

計畫名稱：森林生態系復育計畫建議書研擬

英文名稱：A Restoration Plan for Forest Ecosystem in Hushan Reservoir Area

計畫編號：160

全程計畫期間：2010 年 1 月 1 日 至 2014 年 12 月 31 日

本年計畫期間：2012 年 1 月 1 日 至 2012 年 12 月 31 日

計畫主持人：林瑞興

協同主持人：李培芬

研究人員：宋心怡

一、摘要

本計畫於 2010 年開始彙整「湖山水庫工程計畫生態保育措施－森林、溪流生態系統之調查研究規劃」之調查研究成果，以較大的空間尺度，提出整合性的棲地改善建議。建議書的總目標訂為：「改善湖山水庫及鄰近地區之森林生態系棲地，增加森林性物種的棲地面積，以減輕因湖山水庫導致之生物多樣性損失」，子目標包含三個主題：(1)棲地改善方案：依據不同環境條件，提供適宜的森林復育策略方案；(2)目標物種需求：考量關鍵或稀有物種的特殊需求；(3)社會經濟考量：探討社區參與及棲地改善成本。「湖山水庫及鄰近地區森林生態系棲地改善建議書」已於 2010 年完成初稿，本(2012)年度完成第三版修訂。本年度依據實際管理需求，提出 3 種外來種植物(小花蔓澤蘭、大花咸豐草、麻竹)及優勢植物五節芒的管理策略建議，並新增紫斑蝶為目標物種。社會經濟考量部分，增加森林棲地改善建議成本及流程。未來本計畫會積極徵詢相關權益單位之意見，持續收集資訊，進行建議書修正與調整。

關鍵詞：棲地改善、棲地補償、生物多樣性補償

Abstract

In 2011, the third edition of Restoration Plan for Forest Ecosystem in Hushan Reservoir Area was accomplished after 5 years of biological assessment and research. The restoration plan provides comprehensive suggestions for agencies and community groups that are interested in forest restoration in this area. The goal of the plan is to increase area and integrity of forest habitat for wildlife population, compensating biodiversity loss caused by construction of the Reservoir. The objectives of the plan are as follows: (1) Habitat improvement: provide restoration strategy options and principles based on local environment and topology. (2) Meet the requirements of target species: take notice on special demands of vulnerable or keystone species. (3) consider economic and society needs: budget suggestion and community participation. According to the principles of adaptive management, we will continuously consult

with stakeholders, evaluate the results of restoration actions, and review the plan annually.

二、計畫目的

森林復育行動在全世界各國有許多案例可參考，並有許多專書出版，復育行動初步分為自然更新及主動更新兩類 (Sabogal 2005; Mansourian *et al.* 2005)。自然更新較為消極，以劃設保護區的方式，使劣化的棲地自然演替，回復正常生態功能。然而，如要補償大面積之劣化棲地，勢必需要更積極的主動更新措施，如移除草本植物、種植苗木等，並需同時考量土壤狀態、灌木層的維持等較細緻的層面。除了大範圍的復育行動，在零星邊緣地帶，也可以多種植原生苗木，或與社區居民及當地農民合作，推動小規模社區綠化、農林間作等，皆是可行之作為。各種森林復育策略都有不同的優缺點及適用條件。有興趣從事森林復育的單位或個人，應依照現場環境及本身資源，選擇適當的森林復育策略。

早年國內森林復育著重在地震或颱風後損壞的崩坍地，由植生自然更新復原，或以人工播種及栽植苗木加速復育，過程中由學術單位進行研究監測，累積森林復育經驗，但這些復育案例面積較小，樹種組成與結構、環境維護及生態功能不及天然林(郭及劉 2010)。2008 年起，行政院農業委員會林務局推動「綠色造林計畫」實施平地及山坡地的造林獎勵(林務局 2011)，然而此計畫偏向種植經濟樹種，無法顧及生物多樣性之回復；且為大面積補助與施作，難以對特定地理環境進行策略性之調整。近年來，各地政府機關也頻繁與專業民間團體攜手合作，以回復森林結構及推廣森林復育為目標，在全台各地進行較大面積且規劃良善之森林復育計畫，並在專家指導下，廣邀民眾參與植樹行動。除了政府機關外，亦有不少民間社團、個人及企業投入森林復育行動。

湖山水庫工程計畫用地主要位於雲林縣斗六市東側的丘陵地，面積約 400 ha。由於該用地範圍已知為臺灣西部低海拔生物多樣性相當高的地點之一。為因應水庫興建必然的生態負面影響，衍生有湖山水庫工程計畫生態保育措施的擬定與施行(經濟部水利署中區水資源局 2005)。為減輕水庫興建對森林生態系的負面效應，森林生態系的棲地改善計畫以盡量達到生態零淨損失為前提，來規劃生物多樣性補償(ten Kate *et al.* 2004)的實際可能作為。

湖山水庫工程之特色在於水庫興建前期，即具有多層面的生物多樣性研究，且能即時進行某些必要的生態保育措施，並有長期經營森林復育或棲地改善措施之能力與制度，有潛力成為臺灣工程開發與生態補償之示範案例。湖山水庫森林生態系已於 2007-2010 年，分別規劃及執行生態系現況評估(包含植物、哺

乳類、鳥類、爬蟲類、兩棲類、昆蟲、蚯蚓、菌根菌及土壤)、指標物種(哺乳類、鳥類、爬蟲類、史丹吉氏小雨蛙、昆蟲、食蛇龜)生活史調查、復育基地選擇空間模式及棲地復育與改善方法試驗等不同類型的研究計畫(林及李 2008; 2009)。森林生態系調查研究規劃所提出之建議,水利署中部水資源局即委託專案顧問公司統籌,執行相關生態保育措施,並已有相當成效(經濟部水利署中部水資源局 2010)。然而,各研究規劃之成果,仍侷限於各物種類群,尚未統籌出具整體生態系尺度之規劃建議。此外,水利署中區水資源局基於政府單位權責,僅能管轄計劃區域內範圍限於水庫周邊。如欲達成棲地補償之目標,則需考量更大的尺度,與更多相關單位之權益關係。

本計畫即在此前提之下,彙集、分析及檢討自 2007 年開始推動的「湖山水庫工程計畫生態保育措施－森林、溪流生態系統之調查研究規劃」中有關森林生態系部分的調查成果,並依據已有的研究成果及所有可用之資料,輔以縝密的推理,來研擬森林生態系棲地改善建議書。建議書中將擬定明確的計畫目標、策略及可行的經營管理或復育方案。著重於與各專家與相關單位的討論,期望考量各方意見與資源,建立共同參與的機制,並評估執行的可能性與實用性。放眼在較大的規模的區域,尺度為整個斗六丘陵,含水庫及周邊地區、林班地與部分私有地。研擬一目標明確、以資訊為基礎的「湖山水庫森林生態系棲地改善建議書」。2010 年已完成建議書初稿,本(2012)年度除了持續修訂外,也持續與各方權益關係人(stakeholders),以不同的面向考量,進行意見與資訊的交流。未來將依照推動的實際執行情況,持續進行策略方案之修正與調整,實踐適應性管理(adaptive management)之精神。並期望相關單位就確實可行之建議,逐步具體推動之。

三、重要工作項目及實施方法

- (一) 針對相關政府組織、地方團體及學術單位進行訪問、面談與舉辦會議,廣泛收集對棲地改善建議書之建議與修正意見。
- (二) 持續修訂森林生態系棲地改善建議書。持續藉由文獻收集、報告整理、與專家討論、與權益關係人討論交流等方式,對 2011 年森林生態系棲地改善建議書初版進行更新與修正。

四、結果與討論

湖山水庫森林生態系棲地改善的總目標訂為:「復育湖山水庫鄰近地區之森林生態系,增加森林性物種的棲地面積,以補償因湖山水庫導致之生物多樣性損失」。範圍包含湖山水庫、61-73 林班地、私有地。子目標包含三大主題: (1)

棲地改善方案；(2)目標物種需求；(3)社會經濟考量。於本年度完成附錄「森林生態系棲地改善建議書」第三版修訂(如附件)，本建議書大綱架構分為前言、基本資料、經營管理、成效監測與評估等四大章節，各章節內涵概述如下：

1. 前言：本章敘述復育建議書發起源由、面臨壓力與現有研究成果與學術資源，在此基礎上，闡明復育目標及子目標、長期目標願景及森林生態系的生態價值。並收集國內森林復育案例，概述國內森林棲地改善之發展現況，做為案例資源參考，並思考湖山水庫案例在國內森林復育領域中的角色。最後，並持續記錄本建議書研擬流程與參與單位。期望使讀者能瞭解本建議書之背景理由，與各相關單位及各類群專家之努力。
2. 基本資料：本章節彙整歷年調查研究成果，介紹湖山水庫及鄰近地區的環境特性、棲地特徵及動植物資源等基礎生態資訊，內容包括：復育建議範圍內之地權所屬、氣溫與雨量、地質與地形、棲地利用現況、植群特性與類型、物種類群名錄概況等。本區植被類型屬於海拔 500 m 以下之榕楠林帶，開發歷史較早，次生林處於演替初期階段，原生植物之苗木眾多，但大樹數量稀少，目前以麻竹為主要的經濟作物。統計歷年研究報告中各類群物種的物種數，目前湖山地區總計調查到的物種共達累積達 1,500 種以上，可見其自然資源之豐富。
3. 經營管理：本章節整合湖山水庫歷年研究調查成果及國內外科學文獻，針對湖山水庫地區之棲地、物種及社會經濟等各層面，提出具體、完整的管理策略方針；如無足夠資訊提出詳細說明，則列出建議的管理原則，供相關單位參考。本建議書撰寫期間，持續與相關生物類群專家研討，依照最近資訊，進行策略更新；同時，與相關權益單位討論，瞭解管理需求與資源限制，提出務實的策略建議。

子目標(1) - 棲地改良策略：依據不同環境條件，提供適宜的森林復育策略方案，內文包括：a. 以斗六丘陵為尺度，依據「復育基地選擇空間模式」研究成果，提出應優先保護及復育的範圍及應復育補償的面積；b. 提供各種森林復育策略說明，並參考國外復育工作手冊及林務局造林經驗，建立「復育方案選擇流程」，使有興趣從事森林復育的單位或個人，能依照現場環境情況及本身之資源能力，規劃適地適性的森林復育策略方案；c. 依照「棲地復育與改善方法試驗」成果及相關文獻收集，提出適合湖山地區的樹種，並列出樹種生長特性，及栽植苗木時應注意的事項，並於本年度(2012)，提出外來種植物(小花蔓澤蘭、麻竹、大花咸豐草)及優勢種芒草(五節芒)的管理建議。

子目標(2) - 目標物種需求：在森林復育的同時考量關鍵或稀有物種的特

殊需求。彙整歷年物種調查及指標物種生活史的研究成果，與參與湖山水庫之專家，依文獻、經驗或實際狀況，決定選擇目標物種，目標範圍可為類群、物種或功能群(Davidson and Dawson 1990; French 2005; Orr *et. al.* 1995)。主要選擇原因可歸納為四種：(1)具有特有性、屬保育類、分布侷限；(2)具有特殊需求或對環境干擾敏感；(3)具有重要生態功能與地位；(4)受輿論高度關切之物種。針對目標物種之族群現況與特殊需求，提出適當的復育策略，並持續評估是否有需要增加或刪減之物種。2010 年本建議書初版有 13 種目標物種，2011 年新增錫蘭七指蕨為目標物種，本年度新增紫斑蝶為目標物種。目前共有 15 個目標類群(表 1)。

子目標(3) -社會經濟考量：探討湖山水庫權益關係人之角色，除了權益單位之外，尚須考量附近社區居民的期望、各單位資源上的限制、執行成本、輿論期望、生態價值的發揮等。因此，經多方討論及資源整合後，2012 年起設置「棲地改善試辦區計畫」以提供當地社區居民參與的平台，並將試驗研究的成果具體應用與展現，做為學術與實做之聯繫。藉由此過程建立湖山森林復育經驗，讓各單位瞭解森林復育的成本與方法。

4. 成效監測與評估：森林生態系棲地改善監測指標設立，即應檢視棲地改善或復育目標及現有資源，依照案例特性設計監測指標。並瞭解復育過程中會遭受生態及社會經濟上的不確定因素風險，如氣候變遷、社會經濟波動、人事更替...，並應保持彈性、隨時修正的適應性管理精神。

五、結論與建議

本年度(2012)對棲地改良策略更多補充與說明，新增外來種植物管理建議，並持續與各類物種專家討論，更新目標物種資訊。此外，以「棲地改善試辦區計畫」為平台，瞭解森林生態系棲地改善之成本與困難，補足社會經濟層面之相關背景資訊。然而，森林生態系棲地改善所涉及的領域廣泛，本復育建議書之對象，不僅止於湖山地區及周邊地區相關工程及管理單位，而是讓有意進行森林復育行動的單位或個人，都能獲得相關資訊。希望未來能持續推廣森林生態系棲地改善概念、增進資訊交流，使對生態保育有興趣的民間團體與個人，都能在能力所及的範圍內，協助森林生態系的復育與補償。

六、參考文獻

林瑞興、李培芬。2008。地景、自然資源及研究成果資料庫建立與維護。「湖山水庫工程計畫生態保育措施－森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(97 年

- 度工作計畫)成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。143-152 頁。
- 林瑞興、李培芬。2009。地景、自然資源及研究成果資料庫建立與維護。「湖山水庫工程計畫生態保育措施-森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(98 年度工作計畫)成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。143-148 頁。
- 林務局。2011。行政院農業委員會近三年施政績效。綠色造林。下載自 <http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=23522>。
- 郭幸榮、劉興旺。2010。國有林區劣化地之復育。臺灣林業 36(1):26-34。
- 經濟部水利署中區水資源局。2005。湖山水庫工程計畫生態保育措施。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
- 經濟部水利署中區水資源局。2010。湖山水庫工程生態保育措施 98 年度工作報告。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
- Davidson, P. W., and R. Dawson. 1990. Williston Wildlife Compensation Program management plan. Peace/Williston Fish and Wildlife Compensation Program, Report No. 5, British Columbia, Canada.
- French, P. 2005. Restoration and management plan for the landfill cover and the adjacent riparian area Whilamut Natural Area. Eugene City Office, Oregon, US.
- Mansourian, S., V. Daniel, and N. Dudley. 2005. Forest restoration in landscapes: Beyond planting trees. Springer, New York, USA.
- Orr. K., A. Danks, and K. Gillen. 1995. Two Peoples Bay Nature Reserve management plan. National Parks and Nature Conservation Authority, Perth, Western Australia/
- Sabogal, C. 2005. Site-level restoration strategies for degraded primary forest. pp. 83-96. *In*: J. Rietbergen-McCracken, S Maginnis and A. Sarre (eds.). The forest landscape restoration handbook. Earthscan, London, UK.
- ten Kate, K., J. Bishop, and R. Bayon. 2004. Biodiversity offsets: Views, experience, and the business case. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and Insight Investment, London, UK.

表 1. 目標物種及選定原因：(1)具有特有性、屬保育類、分布侷限；(2)具有特殊需求或對環境干擾敏感；(3)具有重要生態功能與地位；(4)受輿論高度關切

	學名	臺灣特有	選定原因			
			(1)	(2)	(3)	(4)
1. 植物						
圓葉布勒德藤	<i>Bredia hirsuta</i>	●	●	●		●
傅氏三叉蕨	<i>Tectaria fauriei</i>		●	●		
錫蘭七指蕨	<i>Helminthostachys zeylanica</i>		●	●		
2. 昆蟲						
黃裳鳳蝶	<i>Troides aeacus formosamus</i>		●	●	●	●
紫斑蝶	<i>Euploea spp.</i>			●	●	●
3. 兩棲類						
兩棲類整體		●	●	●	●	●
4 爬行類						
食蛇龜	<i>Cuora flavomarginata</i>		●	●		●
斯文豪氏游蛇	<i>Rhabdophis swinhonis</i>	●	●	●		
臺灣鈍頭蛇	<i>Pareas formosensis</i>	●	●	●	●	
臺灣滑蜥	<i>Scincella formosensis</i>	●	●	●		
5. 鳥類						
八色鳥	<i>Pitta nympha</i>		●	●		●
森林性鳥種		●			●	
森林洞巢性鳥類			●	●		●
6. 哺乳類						
食蟹獐	<i>Herpestes urva</i>		●	●	●	●
蝙蝠類整體		●		●	●	

湖山水庫及鄰近地區 森林生態系棲地改善建議書

第三版

經濟部水利署中區水資源局
行政院農委會特有生物研究保育中心

中華民國 102 年 1 月

目 錄

一、前言	
(一) 源起.....	2
(二) 目標.....	4
(三) 願景.....	5
(四) 國內森林復育概況.....	6
(五) 建議書研擬流程.....	7
二、基本資料	
(一) 地理資料.....	9
(二) 植群特性與類型.....	11
(三) 動植物資源：.....	13
三、經營管理	
(一)子目標 1：棲地改善策略	
1. 建議優先區域.....	15
2. 森林棲地改善策略及方案選擇.....	18
3. 樹種選擇與種樹指引.....	22
4. 外來種植物及優勢種芒草之管理建議.....	26
(二)子目標 2：考量目標物種需求	
1. 植物.....	33
2. 昆蟲.....	37
3. 兩棲類.....	39
4. 爬行類.....	40
5. 鳥類.....	44
6. 哺乳類.....	51
(三)子目標 3：社會經濟考量	
1. 森林生態系棲地改善試辦區的特色與目的.....	54
2. 權益單位之資源與限制.....	55
3. 成本估算.....	56
四、成效監測與評估	
(一) 森林生態系棲地改善及復育監測指標.....	58
(二) 風險及適應性管理.....	58

一、前言

(一) 源起

湖山水庫工程用地主要位於雲林縣斗六市東側的丘陵地，面積約 400 公頃。由於該範圍已知為臺灣西部低海拔生物多樣性相當高的地點之一，為因應水庫興建所造成的生態負面影響，衍生有湖山水庫工程計畫生態保育措施的擬定與施行¹。森林生態系的棲地改善計畫以盡量達到生態零淨損失為前提來規劃生物多樣性補償的實際可能作為²。

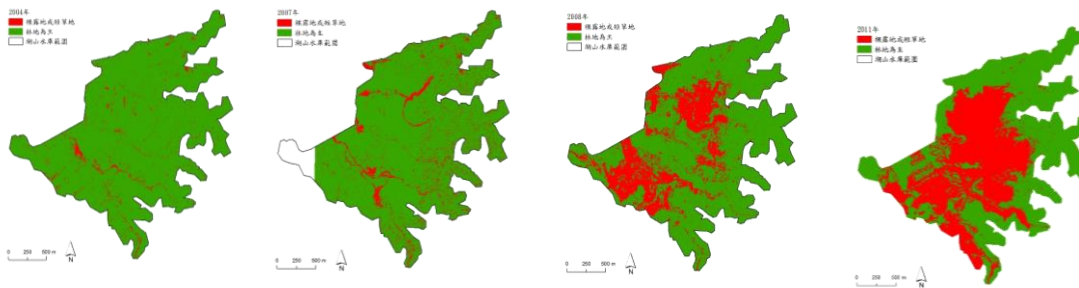


圖 1-1. 2004 年水庫區域裸露地佔水庫範圍 3.35%，2011 年已高達 44.51%



經濟部水利署中區水資源局於 2007 年起，於水庫興建前期即開始推動的「湖山水庫工程計畫生態保育措施 - 森林、溪流生態系統之調查研究規劃」，分別執行生態系現況評估、指標物種生活史調查、復育基地選擇空間模式及棲地復育及改善方法試驗等，匯集專家學者共十多人，進行二十多項調查研究計畫(附件 1)，對湖山水庫及鄰近地區之植群演替狀況及各類群物種生態，進行多方面的瞭解，相關成果亦已彙整於「湖山水庫自然生態調查地理資訊系統」中³。森林生態系調查研究規劃所提出之建議，水利署中部水資源局即委託專案顧問公司統籌，執行相關生物保育措施，已有相當之成效⁴。然而，目前各研究規劃之成果，仍侷限於各物種類群，尚未統籌出具整體生態系尺度之規劃建議。

本計畫即在此前提之下，欲彙集及檢討自 2007 年來的研究成果，研擬「湖山水庫森林生態系棲地改善建議書」(圖 1-2)。尺度為整個斗六丘陵，含水庫及周邊地區、林班地與部分私有地(圖 1-3)。計畫在 2010 年底完成建議書初稿，並期望未來持續進行跨領域與單位的討論，邀請各方權益關係人，以不同的面向考量，進行意見交流意見與資訊。持續進行策略方案之修正與調整，實踐適應性管理之精神。

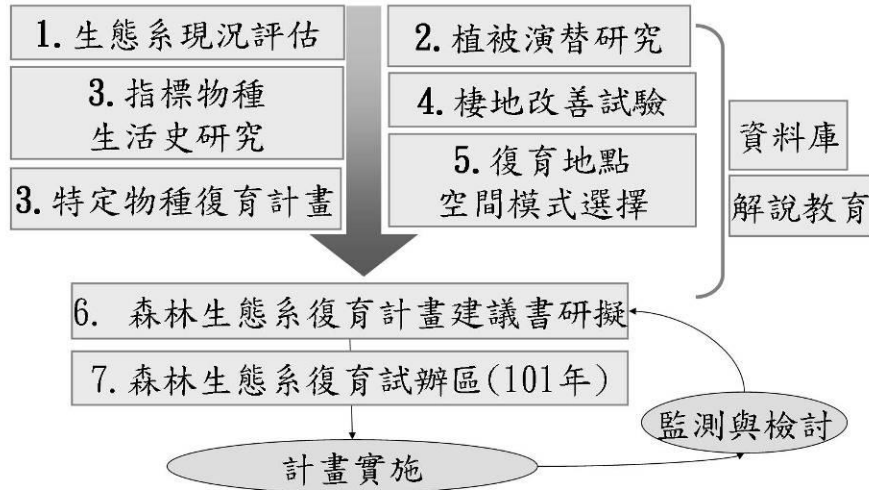


圖 1-2. 森林生態系棲地改善建議書欲彙集歷年湖山水庫之研究調查成果，提出適合斗六丘陵自然環境之棲地改善建議。

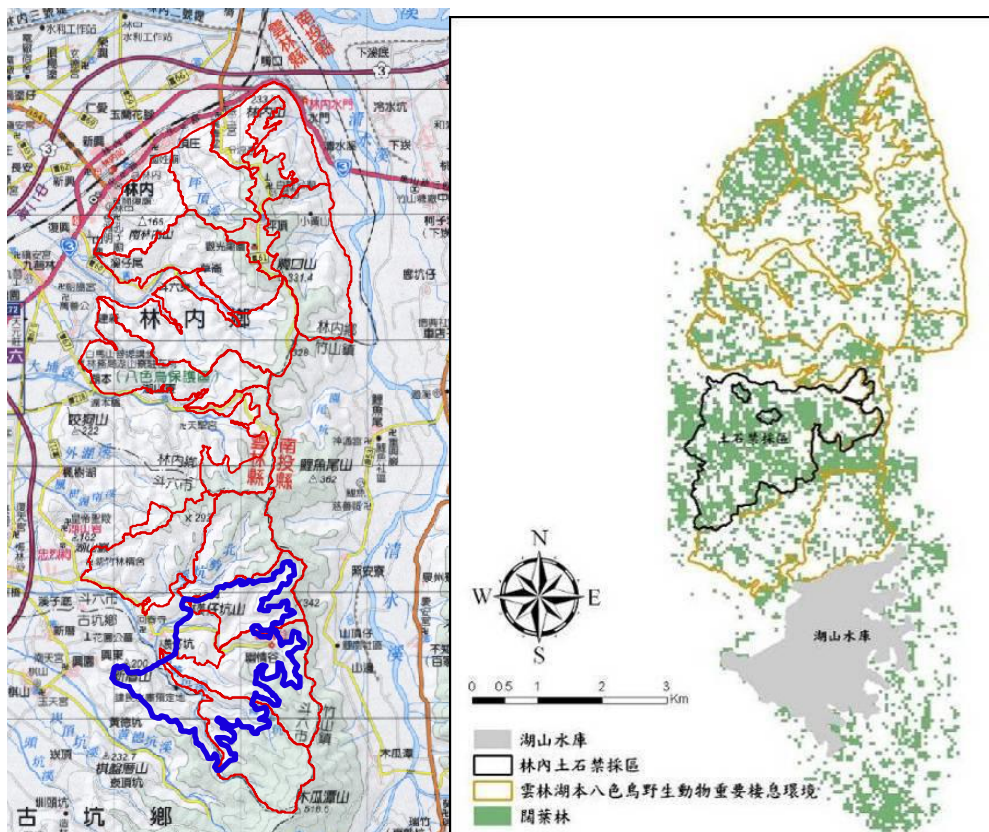


圖 1-3. 森林生態系棲地改善建議書的研擬範圍。

(二) 目標

復育總目標為：

「改善湖山水庫及鄰近地區之森林生態系棲地，
增加森林性物種的棲地面積，
以減輕因湖山水庫導致之生物多樣性損失」。

總目標以下包含三項子目標：

- 子目標 1：森林棲地改善：對不同環境與棲地類型提供適宜的復育方案；
- 子目標 2：目標物種需求：期望在森林棲地增加的同時，考量特殊物種需求；
- 子目標 3：社會經濟考量：探討權益關係人之角色、資源與限制。

研擬子目標內容的同時，希望能持續進行跨領域及單位的討論，邀請各方的權益關係人(stakeholders)，以不同的面向考量，進行意見交流。依照實際執行情況，進行策略修正與調整，實踐適應性管理(adaptive management)之精神。並期望相關單位就確實可行之建議，逐步具體推動之。

(三) 願景

森林生態系能支持健全的動、植物群落，並與環境因子維持適應性互動關係。在自然環境中，健全的生態系在面對自然干擾時可在一段時間內自然回復。但人為開發所造成的干擾，卻常造成棲地很難回復，或造成不可逆的後果，森林永遠無法回復原本的樣貌。

歷年的調查結果累計，湖山水庫及鄰近地區的森林中，共有 1,500 種以上的動植物。各物種之間的互動關係，交織成綿密的網絡(圖 1-4)。這是經過長年的演化而成的生態特色。任一條連結的巨幅變動，都將影響在地居民的生活。

長期的棲地改善目標與願景，希望能漸漸復育部分受人為干擾棲地，回復成符合當地生態區特性的闊葉林，以改善棲地品質，降低水庫興建的負面影響。維護並增加森林性物種生物多樣性，提供指標物種充分的棲地，以繁衍其族群。健全的森林生態系結構、組成與功能，提供更多森林生態系服務，例如水源涵養、林地保安、淨化空氣、調節氣候、支持生物多樣性、肥沃土壤、寓教娛樂等價值，實際範例與行動，能作為教育工具及提供生態旅遊之運用。同時改善自然環境與居民生活品質，減輕工程開發之生態環境影響。森林生態系復育的價值，除了維護生命本有之生存權，也是為了人類後代的永續福祉。

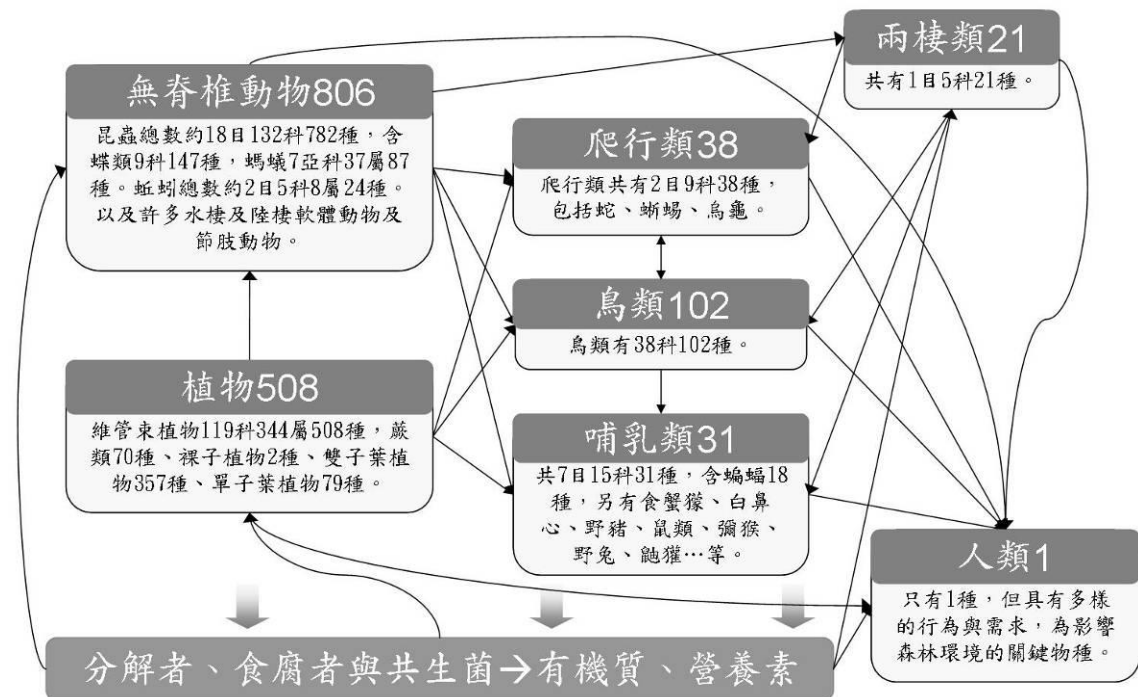


圖 1-4. 湖山水庫及鄰近地區的森林生態系中，主要生物類群之互動關連網絡(物種統計至 2011 年 9 月)。

(四) 國內森林復育概況

國內森林復育案例，以往著重在地震或颱風後損壞的崩坍地，通常先以生態工法整治崩塌坡面後，再由植生自然更新復原，或以人工播種及栽植苗木加速復育，撫育過程中由學術單位進行研究監測，累積森林復育經驗，但這些復育案例面積較小，缺乏將復育導向自然化之目標，植群在樹種組成與結構、環境維護及生態功能應不及天然林⁵。

自 2008 年起，林務局結合國家政策發展目標，推動「綠色造林計畫」實施平地及山坡地的造林獎勵。並訂定「企業團體認養公有土地造林管理規範」增加企業參與的機會，為近年來較大規模之森林復育計畫，預計於 8 年內平地造林 6 萬公頃，欲恢復森林生態服務功能，並協助休閒產業之發展⁶。然而，「綠色造林計畫」計畫偏向種植經濟樹種，無法顧及生物多樣性之回復；且為大面積補助與施作，難以對特定地理環境進行策略性之調整。

近年來，各地政府機關也頻繁與專業民間團體攜手合作，以回復森林結構及推廣森林復育為目標，在全臺各地進行較大面積且規劃良善之森林復育計畫，並在專家指導下，廣邀民眾參與植樹行動。參與森林復育行動的民間團體，例如喜馬拉雅自然文明保護協會⁷、綠色陣線協會⁸及台灣綠化植栽技術協會⁹等，皆具有許多整合資源進行植樹及森林復育行動之經驗。

除了政府機關外，亦有不少民間力量致力於森林環境復育，如財團法人慈心有機農業發展基金會推行「種樹護地球」活動；臺灣國際珍古德教育與保育協會推行「綠拇指計畫」，與校園及社區合作種植原生植物¹⁰；荒野保護學會則進行棲地圈護行動，例如「自然谷環境信託案」管理低海拔原始森林，作為保育與教育之用¹¹；詩人吳晟則以自家 2 公頃廢耕土地種植 3,000 棵臺灣原生樹種¹²；大雅貨運及雲道國際有限公司董事長賴倍元，23 年來耗資近 15 億，以收購土地、聘請工人種樹的方式，種植 20 萬株樹苗，讓 130 公頃果園變成森林，甚至影響更多企業家投入復育森林的行動¹³。

在企業方面，奇美企業創立的樹谷文化基金會，計畫於南部科學工業區百公頃土地，提出 10 萬棵樹苗種植計畫，創造友善的生態環境¹⁴。原生苗木之育苗、培土、種植，都由基金會進行管理規劃，並持續進行植樹志工培訓及生態觀念推廣教育，為企業回饋生態環境的良好案例。

(五) 建議書研擬流程

本建議書於 2010 年確立目標後，共蒐集 30 餘篇國外復育計畫書，歸納出復育建議書所須包含之要項，草擬本計畫之復育建議書大綱。其後，彙整歷年報告、及基礎物後資料，並邀請執行湖山水庫調查研究之各物種專家研擬物種類群建議，完成建議書第一版。2011 年確認稀有植物於庫區的族群與管理策略，以復育試辦區為議題，邀請各權益關係單位進行討論，瞭解實際復育過程中的挑戰與限制，完成建議書第二版。2012 年依據實際管理需求，提出外來種植物及優勢植物五節芒的管理策略建議，並新增紫斑蝶為目標物種。社會經濟考量部分，增加森林棲地改善建議成本及流程，完成建議書第三版。

本建議書研擬期間，感謝特有生物研究中心各組室之研究人員參與討論，並提供目標物種之最新資訊及建議：植物-沈明雅、張和明；昆蟲-方懷聖；兩棲類-林春富；爬行類-林德恩；鳥類-范孟雯、林瑞興；哺乳類-鄭錫奇。感謝中水局協助更新稀有植物於水庫之分布狀況，並積極進行保育策略之討論。感謝林務局南投林管處施佩君小姐提供選擇復育策略之成本建議。感謝中區水資源局及湖山水庫人文生態保護協會共同參與社會經濟考量相關之討論會，協助我們瞭解湖山水庫森林生態系中，各方單位之角色、資源與限制。

參考文獻

1. 經濟部水利署中區水資源局。2005。湖山水庫工程計畫生態保育措施。臺中。
2. ten Kate, K., J. Bishop and R. Bayon. 2004. Biodiversity offsets: Views, experience, and the business case. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and Insight Investment, London, UK.
3. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2009。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(97 年度工作計畫成果報告書)。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
4. 經濟部水利署中區水資源局。2010。湖山水庫工程生態保育措施98年度工作報告。鉅樺工程顧問有限公司。臺中。
5. 郭幸榮、劉興旺。2010。國有林區劣化地之復育。臺灣林業 36(1):26-34。
6. 行政院農業委員會。行政院農業委員會近三年施政績效。綠色造林。<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=23522>。
7. 喜馬拉雅自然文明保護協會。<http://www.newloulan.org/>。
8. 綠色陣線協會。<http://www.gff.org.tw>。
9. 台灣綠化植栽技術協會。<http://www.wetrees.org/>。
10. 臺灣國際珍古德教育與保育協會-「綠拇指計畫」。<http://green.goodall.org.tw>。
11. 自然谷環境教育基地 -- 荒野保護協會環境信託。<http://sowtrust.sow.org.tw>。
12. 「吳晟 種樹植林 為書造屋」。2011 年 10 月 1 日。人間福報。<http://www.merit-times.com.tw/NewsPage.aspx?unid=239912>。
13. 雲道咖啡。<http://www.coffeetree.tw/>。
14. 財團法人樹谷文化基金會。<http://www.tvf.org.tw>。

附件 1. 「湖山水庫工程計畫生態保育措施 - 森林、溪流生態系統之調查研究規劃」中與森林生態系相關之計畫名稱、計畫主持人及執行年份

計畫名稱	計畫主持人	執行年度
I.生態系現況評估		
湖山水庫及鄰近地區植物資源與植被調查	賴國祥	2007-2008
湖山水庫區域哺乳類名錄、分布及現況評估	鄭錫奇	2007-2008
湖山水庫及鄰近地區鳥類名錄、分布及現況評估	范孟雯	2007-2008
湖山水庫及鄰近地區爬行類名錄、分布及現況評估	林德恩	2007-2008
湖山水庫及鄰近地區兩棲類名錄、分布及現況評估	林春富	2007-2008
湖山水庫及鄰近地區昆蟲功能群分布及現況評估	方懷聖	2007-2008
湖山水庫及鄰近地區蚯蚓資源、分布及現況評估	沈慧萍	2007-2008
湖山水庫及鄰近地區菌根菌與植被類型關係之研究	林子超	2007-2008
湖山水庫預定地土壤特性和植被類型的關係	薛美莉	2007-2008
II.指標物種生活史研究		
湖山水庫預定地土壤特性和植被類型的關係	薛美莉	2008
-湖山水庫預定地淹沒區外蚯蚓棲地之土壤特性		
哺乳類指標物種之族群變動與棲地相關性研究	鄭錫奇	2008
哺乳類指標物種之族群監測與食性研究	鄭錫奇	2009-2011
斗六丘陵(包括湖山水庫)八色鳥族群數量調查	林瑞興	2007-2012
鳥類指標物種生活史研究：(I)不同繁殖階段八色鳥(<i>Pitta nympha</i>)活動範圍及棲地利用的變化	林瑞興	2008-2009
應用空間預測模式建立臺灣八色鳥族群變遷監測模式及估算其族群量	林瑞興	2009
湖山水庫爬行類指標物種族群量監測及生活史研究	林德恩	2008-2010
湖山水庫及鄰近地區史丹吉小雨蛙的生活史	林春富	2008-2009
湖山水庫及鄰近地區諸羅樹蛙的棲地需求與分布	林春富	2010
湖山水庫及鄰近地區森林生態系昆蟲群聚及指標昆蟲評估	方懷聖	2008-2010
湖山水庫圓葉布勒德藤物候及授粉昆蟲調查	方懷聖	2011
III.特定物種復育計畫		
湖山水庫食蛇龜族群移地保育計畫	林德恩	2008-2009
湖山水庫錫蘭七指蕨繁殖復育研究	黃朝卿	2012
II.植被演替復育策略研究、IV.棲地改善試驗		
湖山水庫及鄰近地區棲地復育及改善方法試驗研究	林瑞興、賴國祥 ^a	2008-2012
V.復育地點空間模式選擇		
湖山水庫棲地復育基地選擇之空間模式研究	林瑞興、李培芬 ^b	2008-2009
VI.森林生態系復育計畫		
森林生態系復育計畫建議書研擬	林瑞興	2010-2012
成果資料庫		
湖山水庫及鄰近地區地景及自然資源資料庫建立與維護	林瑞興、李培芬	2007-2009
湖山水庫生態系保育研究成果資料庫建立與維護	林瑞興	2010-2012

^a：2007/5/1-2008/6/30；^b：2008 共同主持；^c：2008、2009 共同主持

二、基本資料

(一) 地理資料

土地權屬

湖山水庫用地位於林務局阿里山事業區第 71 至 73 林班，地處雲林縣斗六市東邊的丘陵地，屬於北港溪支流梅林溪上流河谷，水庫用地面積共 435 公頃。鑑於湖山水庫用地半數以上將於完工後成為淹沒區及相關水庫設施涵蓋的空間範圍，考量生態補償所需面積及連續性，本計畫目前規劃的復育建議地區涵蓋了雲林縣林內鄉及斗六市東側的丘陵地，區內包括林務局阿里山事業區第 61 至 73 林班內 2,285 公頃及非林班地約 500 公頃。區域北以濁水溪與彰化縣二水鄉相鄰，東邊則以清水溪與南投縣竹山鎮接壤(圖 1-3)。

氣溫與雨量

區域內最高點位於斗六市南側與古坑鄉、竹山鎮交界的木瓜潭山，海拔 519 公尺，區內海拔高度多在 300 公尺以下。本區氣候屬亞熱帶，夏日炎熱潮濕、冬天乾涼的型態。年均溫為 22°C，年降雨量約 2,200 公釐(圖 2-1)¹。4 至 11 月之月均溫在 20°C 以上，3 至 10 月每月累積降雨平均達到 100 公釐以上，8 月易有颱風帶來之豪大雨，11 至 2 月份天候乾燥。

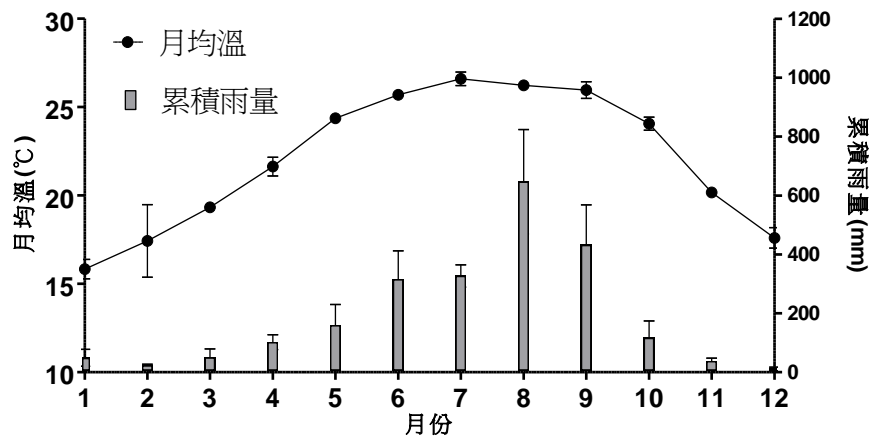


圖 2-1. 建議書涵蓋地理範圍月均溫與每月累積雨量的逐月變動趨勢¹

地質與地形

本區丘陵地質主要由砂岩、頁岩及礫岩所組成，其岩質較鬆且其淘選較差，礫石大小不一，愈往上礫岩愈多²，因此在溪流上游近山稜處形成許多邊坡陡峭的侵蝕山溝。

雲林縣湖山地區正處臺灣西部麓山帶之砂頁岩與粘板岩雜處之丘陵地帶，土壤分類概以新成土及弱育土為主。新成土乃由母質經由簡單之物理、化學風化作

用生成之土壤，通常很淺，含石量超過 50% 以上，排水、通氣良好，唯土層淺肥力低，大都分布於山坡地或森林地之陡峭區，地形不穩定，甚易崩塌，不宜農牧用途，只宜造林、保育。弱育土是由母質弱度化育生成的土壤，有明顯的土壤構造，是臺灣主要沖積平原的農耕土壤，或臺灣丘陵地上的主要土壤，是臺灣地區農業生產的主要地區³。

棲地利用現況

建議區內目前以麻竹為主要的經濟作物，普遍栽植於坡度較和緩的山坡地及稜線，稍微寬闊的溪谷兩側通常亦已植滿麻竹。雖然麻竹占據多數空間，在上游處的深狹溪谷內及部分稜線上仍生有許多原生闊葉樹種。

表 2-1. 2000 年林務局南投林區管理處阿里山事業區第 61 至 73 林班林型統計表

林型	面積(公頃)	林型	面積(公頃)
人工竹林純林	869.83	溪流地池沼	17.57
人工竹林闊葉樹混生林	828.63	稚樹發生地	17.28
天然竹林闊葉林混生林	273	墾地旱作地	8.51
果園	66.46	天然闊葉林	8.13
人工闊葉樹純林	47.47	建築用地	5.4
崩壞地	42	道路	3.49
闊葉樹散生地	32.01	天然竹林針葉樹	0.82
草地	24.63	墳墓用地	0.36
天然竹林純林	20.41	其他施業除地	0.26



圖 2-2. 斗六丘陵常見礫岩組成之侵蝕山溝(左)，土地利用方式以麻竹林為主(右)。

(二) 植群特性與類型

本區植被類型以次生林為主要，並屬於海拔500 m以下之榕楠林帶，相當於熱帶氣候之森林，原生樹種主要為榕屬及楠木類植物。本類型位於海拔低且地勢平緩處，開發歷史較早，目前僅臺灣東部的少數地區保留原始狀態。其餘區域的原始植被多已消失，僅有次生林與人工林殘存。本區次生林處於演替初期階段，原生植物之苗木眾多，但大樹數量稀少⁵(圖2-3)。代表植物種類有稜果榕、構樹、小葉桑、香楠、茄苳、青剛櫟；次生林以白匏子、山黃麻、血桐、野桐為主；人工林則有相思樹、油桐、桂竹、綠竹、麻竹等³。

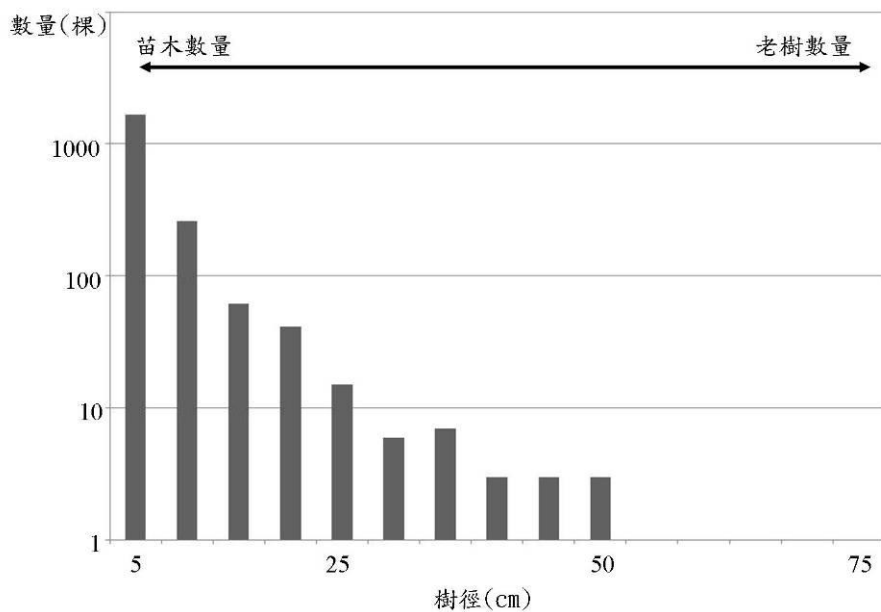


圖2-3. 斗六丘陵次生林中的喬木樹徑粗細的數量分布圖，苗木多而大樹少⁵。

依照當地植群現況，可分為 11 種類型³(表 2-2)。其中香楠型與水同木型，可歸為為天然之演替後期類型，香楠型分布於小稜脊及中坡等較乾燥的環境，水同木則分布於較靠近溪谷之潮濕環境。而血桐-構樹-稜果榕型、山黃麻型可歸為天然演替之前期及過渡期的類型，位於開墾地的邊緣及裂隙間；龍眼林型、千年桐型、相思樹林型、果園型可歸為曾經受人為開墾活動干擾的類型；此外，其他如竹林、檳榔等類型，是屬人為干擾較大之人工林型，其生物多樣性較低，物種組成簡單。竹林、檳榔皆為大型單子葉淺根性植物，其水土保持功能較為薄弱，森林生態系服務的功能性較低。

表 2-2. 湖山水庫及鄰近地區之植群型態、主要組成植物及特性³

a. 天然林型演替後期

植群型	林冠	低層林冠	灌木層、草本層
香楠林型	香楠	小梗木薑子、白匏子、刺杜密、龍眼、血桐、麻竹	香楠、海金沙、龍船花、芒萁、山棕、觀音座蓮、香楠小苗
水同木林型	水同木	大葉楠、水冬瓜、血桐、咬人狗、柑橘、菲律賓榕、筆筒樹	觀音座蓮、姑婆芋、中國穿鞘花、臺灣圓腺蕨

b. 天然林型演替前期

植群型	林冠	低層林冠	灌木層、草本層
血桐-構樹-稜果榕林型	血桐、構樹、稜果榕	柑橘、苦楝、山黃麻	龍眼、五節芒、姑婆芋、小花蔓澤蘭、熱帶鱗蓋蕨
山黃麻林型	山黃麻	麻竹、白匏子、血桐、野桐、柑橘	青苧麻、五節芒、小花蔓澤蘭、熱帶鱗蓋蕨、火炭母草、中國穿鞘花

c. 人工林型深根

植群型	林冠	低層林冠	灌木層、草本層
龍眼林型	龍眼、香楠	刺杜密、芒果、山黃麻、稜果榕	龍眼、玉山紫金牛、小梗木薑子、龍眼小苗、火炭母草、姑婆芋、中國穿鞘花
千年桐林型	千年桐	香楠、龍眼	野牡丹、九節木、小花蔓澤蘭、姑婆芋、火炭母草、海金沙
相思樹林型	相思樹	香楠、白匏子、山黃麻、龍眼	大青、小梗木薑子、酸藤、小花蔓澤蘭、絡石、三角葉西番蓮

d. 人工林型淺根

植群型	林冠	低層林冠	灌木層、草本層
麻竹林型	麻竹	大葉楠、水同木、江某、臺灣山香圓、刺杜密	小梗木薑子、密毛小毛蕨、龍船花、火炭母草、觀音座蓮、風藤
檳榔林型	檳榔	血桐、構樹、稜果榕	咬人狗、冇骨消、水同木、小花蔓澤蘭、大花咸豐草、觀音座蓮、密毛小毛蕨、檳榔小苗
孟宗竹林型	孟宗竹		華八仙、江某、冇骨消、拎樹藤、馬藍、距花黍
桂竹林型	孟宗竹		圓葉雞屎樹、華八仙、馬藍、廣葉鋸齒雙蓋蕨

(三) 動植物資源：

湖山水庫與斗六丘陵地區之生物調查，累計至今至少發現有500種植物、1,000種動物棲息其間^{3,4,5}，各類群生物名錄現況概述如下：

- **植物：**共記錄維管束植物119科344屬508種，蕨類70種、裸子植物2種、雙子葉植物357種、單子葉植物79種。圓葉布勒德藤、岩生秋海棠、鹿谷秋海棠、傅氏三叉蕨、蔓萇荷、錫蘭七指蕨等較為稀有之植物。
- **無脊椎動物：**昆蟲總數約18目132科688種。蝶類紀錄達9科146種，占臺灣蝶類總種數39.5%，包含臺灣特有種2種，埔里三線蝶及大波紋蛇目蝶，其他應予保育類野生動物1種：黃裳鳳蝶。每年3-4月其間，在水庫東側可觀察到紫斑蝶群集向北遷移之現象。螞蟻共累積7亞科37屬87種，其中包含22種稀有種及23種特有種。以家蟻亞科為最優勢。蚯蚓總數約2目5科8屬24種，臺灣特有種4種。六胸遠盲蚓及福爾摩沙腔環蚓為當地常見之大型蚯蚓。
- **兩棲類：**共有1目5科21種兩棲類動物，其中有5種屬於為臺灣特有種兩棲類動物，分別為盤古蟾蜍、褐樹蛙、面天樹蛙、莫氏樹蛙及諸羅樹蛙。並有第II級保育類諸羅樹蛙。
- **爬行類：**水庫預定地範圍及週邊的爬行類共記錄有2目9科37種，包括7種特有種(臺灣滑蜥、古氏草蜥、臺灣草蜥、蓬萊草蜥、斯文豪氏攀蜥、臺灣鈍頭蛇及斯文豪氏游蛇)、1種特有亞種(中國石龍子)及8種保育類(食蛇龜、龜殼花、雨傘節、眼鏡蛇、環紋赤蛇、錦蛇、鉛色水蛇及斯文豪氏游蛇)。
- **鳥類：**鳥類種數累積共有38科102種，其中包括23種保育類。尤其珍貴稀有之保育類八色鳥最受關注。
- **哺乳類：**哺乳類動物已經累計達7目15科31種，其中包含臺灣獼猴、白鼻心與食蟹獾等多種保育類野生動物，以及18種蝙蝠。哺乳類為生態系中的高階消費者，能反應生態系之功能健全度，是優良的監測指標。

參考文獻

1. 2007-2009 年中央氣象局大埔氣象站，位於雲林縣，離湖山水庫工程區約 6.5km，所處海拔 349m。
2. 林朝榮、周瑞燉。1974。台灣地質。台灣省文獻委員會。台中。
3. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2008。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(96 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。
4. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2009。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(97 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。
5. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2010。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(98 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。

三、經營管理 (一)子目標 1：棲地改善策略

1. 建議優先區域

如何決定優先進行棲地改善或復育的範圍？

藉由數化 2004 年水庫動工前之土地覆蓋類型，評估湖山水庫興建所導致的生態損失，建議補償面積為 460 公頃，且不應低於損失的闊葉林面積 105 公頃。進行棲地改善區域位址選擇時，首先依目前森林品質及指標生物的分布，既有棲地品質較高者予以區別並維持，隨後再依棲地改善實施後可增大闊葉林的面積、降低破碎化程度、提高周遭山系連結及提供最大棲地予指標物種等目標建議實施位址(圖 3-1-1)。除研究區域範圍內部棲地品質考量外，建議需考慮與周圍山系之連結性，使棲地改善範圍成為有實質效益的完整生態廊道⁶。

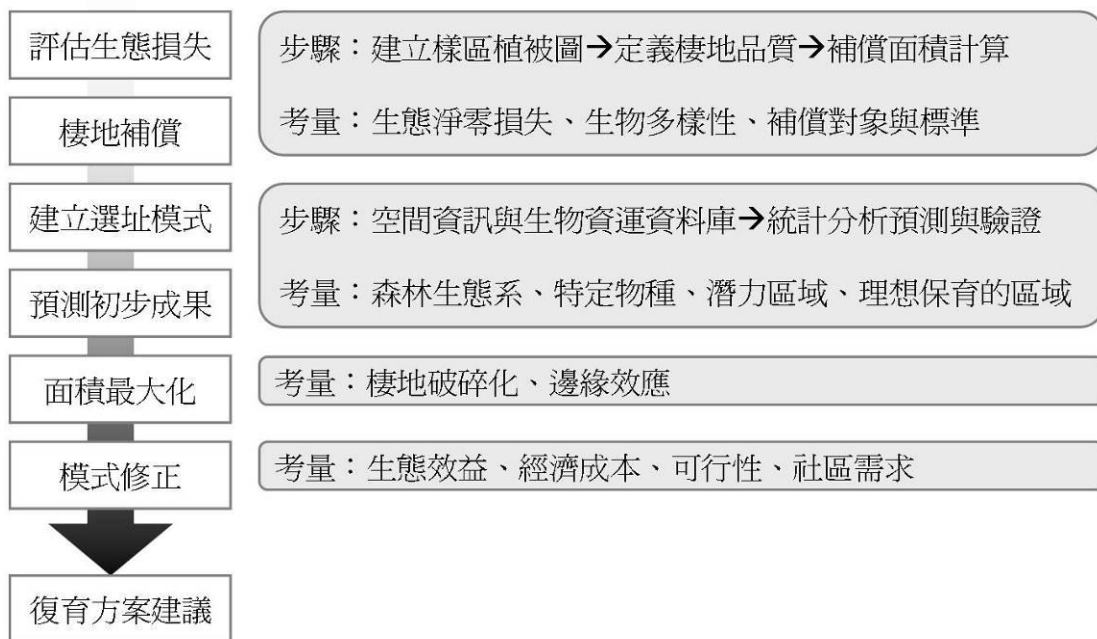


圖 3-1-1. 湖山水庫及鄰近地區棲地棲地改善實施位址選址的步驟與考量⁶。

建議優先維持現狀範圍

以每一塊闊葉林與其相鄰最近的闊葉林距離總和(平均最近綴塊面積權重距離(ENN-AM))，同時進行闊葉林面積大小的加權，並結合圓葉布勒德藤、食蟹獾、翠翼鳩、白鼻心、莫氏樹蛙、食蛇龜以及山柚等具有森林生態系代表性物種之潛在最適棲地分布預測結果，選出具有高森林生態系品質且有最多生物潛在棲地的網格，以該網格為中心向外擴展 500 m 緩衝帶，以此劃設出建議優先維持現狀之範圍，約 1,400 公頃，而其中有 485 公頃在雲林湖本八色鳥野生動物重要棲息環境範圍之外，建議該區域應審慎維護其棲地品質，以保護湖山水庫鄰近地區之森林生態系⁶(圖 3-1-2)。

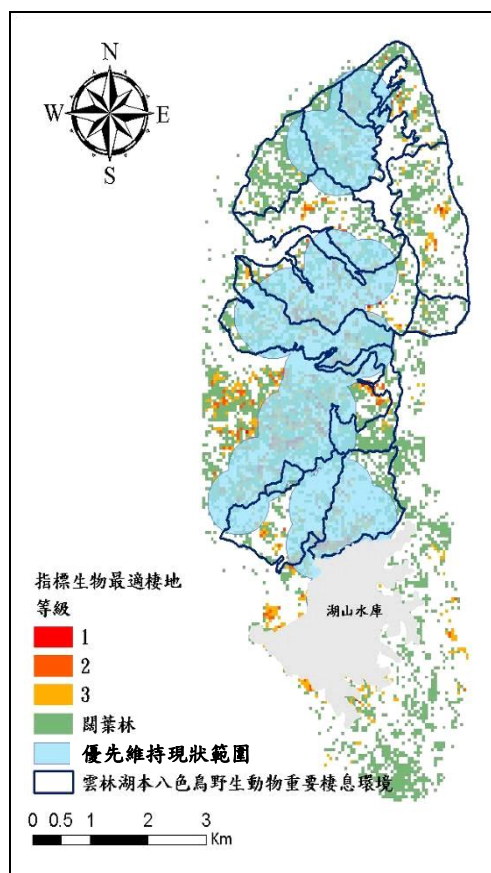


圖 3-1-2. 由闊葉林面積與指標生物分布進行分析，找出優先維持現狀的範圍⁶。

建議棲地改善實施位址

空間模式的建構，首先以闊葉林為森林生態系的主要標的，使用 FRAGSTATS 3.0 計算「單平均最近綴塊面積權重距離」地景指數。並利用 Maximum Entropy Modeling 方法推估圓葉布勒德藤、食蟹獾、翠翼鳩、白鼻心、

莫氏樹蛙、食蛇龜以及山柚等 7 種森林性指標物種之最適棲地。隨後整合森林生態系及森林性指標物種的評估結果，針對最小、中等及最大補償面積準則提出三種不同建議棲地改善實施範圍。將數值結果全距，依據自然分隔原則劃分成 1-5 個等級。其中，等級 1 範圍內建議操作區域估計約為 110 公頃，可補償最小補償面積標準，即水庫內損失之闊葉林面積；擴增至等級 2 範圍內，建議操作區域約為 350 公頃，足以彌補中等補償面積標準，即水庫內竹闊葉混合林加權面積；再擴增至等級 3 範圍內，建議操作區域約為 577 公頃，已超過水庫計畫範圍總面積⁶(圖 3-1-3)。

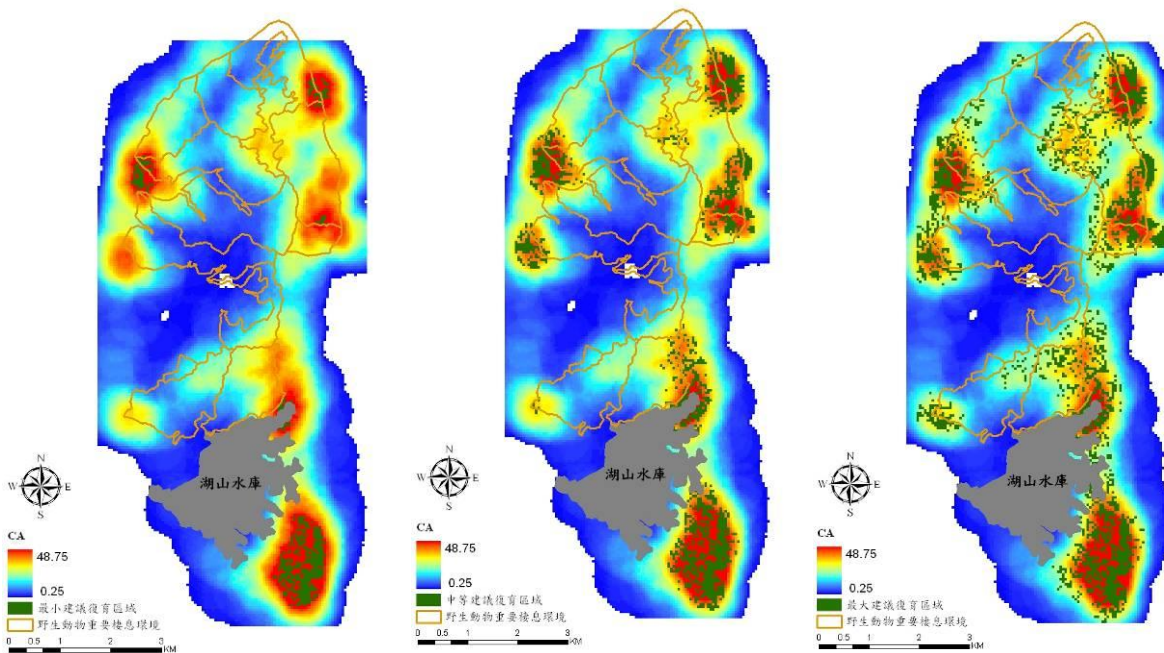


圖 3-1-3. 建議棲地改善位址，最小補償面積 110 公頃(左)、中等面積 350 公頃(中)、最大面積 577 公頃(右)⁶。

具體方案

未來將就建議棲地改善範圍較集中的區域，分區編號。考量各區塊的主管單位，提出可以優先實施行動的區塊及建議的作法。

2. 各類森林棲地改善策略及方案選擇

森林棲地改善及復育策略在全世界各國有許多案例可參考，並有許多專書出版。我們初步可將策略分為自然更新及主動更新兩類^{1,2}(圖 3-1-4)。

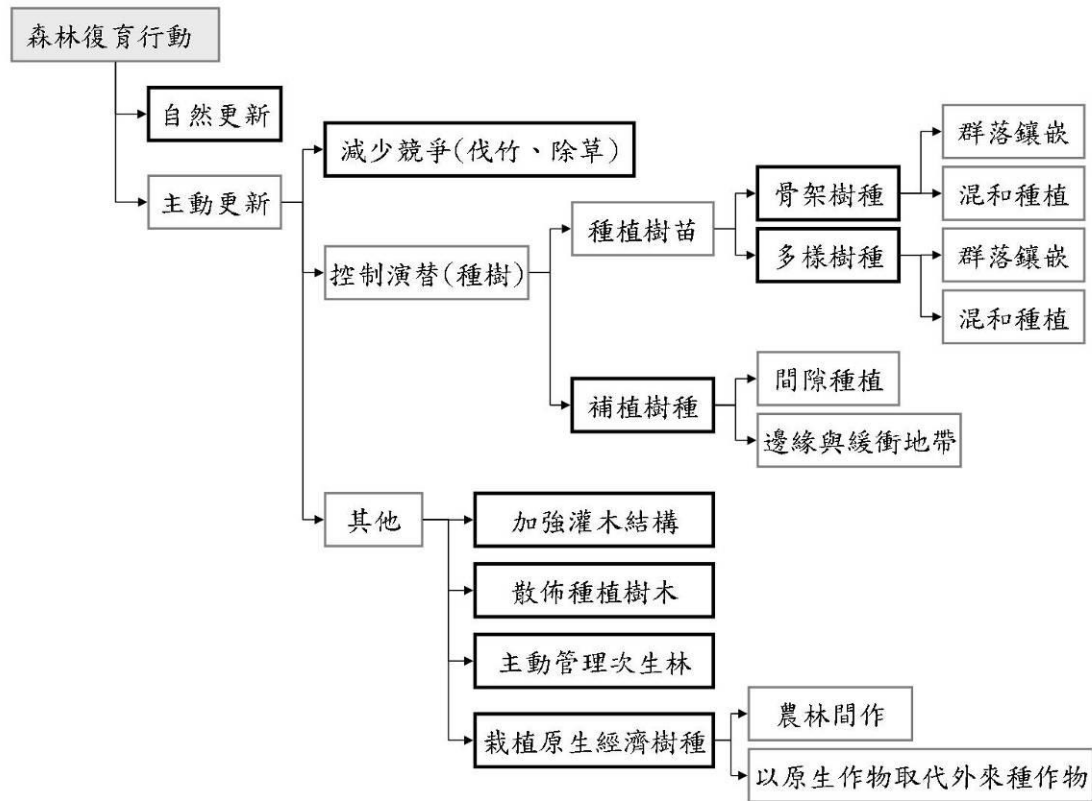


圖 3-1-4. 國際間森林棲地改善及復育案例主要策略總整理。

自然更新較為消極，以劃設保護區的方式，使劣化的棲地自然演替，回復正常生態功能。然而，對於某些嚴重劣化的棲地，勢必需要更積極的主動更新措施，如移除草本植物、種植苗木等，並需同時考量土壤狀態、灌木層的維持等較細緻的層面。除了大範圍的棲地改善或復育行動外，在零星邊緣地帶，也可以多種植原生苗木，或與社區居民及當地農民合作，推動小規模社區綠化、農林間作等，皆是可行之作為。各種棲地改善復育行動之相關說明列於表 3-1-2。

表 3-1-2. 棲地改善方案之備選策略

自然更新 Natural regeneration	移除棲地劣化外在壓力，常見壓力有外來入侵種、獵捕、農藥利用或農耕畜牧行為，通常去掉這些壓力之後，自然演替就可以進行，但要注意土地利用者的權益。可有少量人為管理，如劃設保護區、核心區、設置圍籬、巡邏。但不包含種樹等主動更新作為。
主動更新	減少競爭

Managing and Directing Natural Succession

- 以疏伐來減少優勢種的競爭，增加其他樹種生存空間，例如移除種源或苗木旁的竹子、藤蔓。有移除物也可以提供經濟助益。
- 抑制草本入侵，可小範圍以人力除草或機械除草。草太多可以找草食動物來吃，但要小心樹苗別被吃了。

控制演替(種樹)→需選擇種樹策略

- 瞭解區域內的演替方向與限制，解除演替限制。如果演替初期有限制，無法順利演替至後期，可補植演替後期的樹種

改善演替條件

- 替換土質、施肥、鬆土、推置腐植質或落葉等。
- 增加廊道、增加遮陰及增加鳥類停棲的機會，以利種子傳播

散布栽植樹木

- 於嚴重劣化地區，如社區或空地，種植樹木或樹群。

栽種原生經濟樹種

- 種植原生經濟樹種，以原生種取代原本的外來種作物鼓勵農林間作，於農作區混和作物與原生樹木，使棲地能有不同的種類、根系與結構

加強灌木層結構

自然演替下灌木層會自然生長，予以保護不受清除

主動管理次生林

- 清除目標樹種(如關鍵物種)附近的競爭樹種

種樹策略

栽植樹苗
(種植面積較大)
Tree-planting

培育苗木、進行種植，或直接將種子灑在棲地中。
種植骨架樹種 “Framework Species” Method
整理好場地之後，密集種植(1000 棵/公頃)快速增長且耐旱的樹種，促進覆蓋度密和。在陽性樹種成長後，可搭配補植樹種策略，加強補植演替後期的物種。→選擇種樹方法、選擇樹種

補植樹種
(零星補植)

種植多樣樹種 Dense Plantings of Many Species (Restoring a Biodiversity Island)
整理好場地之後，密集種植多樣樹種，含底層灌木，依照地理環境特性，重建整體棲地結構。特性為選擇許多演替後期的物種。並且在演替各階層物種形成穩定群落之後，對演替初期的樹苗進行疏伐。→選擇種樹方法、選擇樹種
補植有演替限制的樹種，種子不易傳播或不易定植者，尤其是具有經濟或生態功能重要性的樹種。

Enrichment planting 地點：

- a. **帶狀種植(line planting)**：，去除不想要的植物，包含上層的覆蓋及下層的草本及灌木。清出 1.5-2m 寬的間距，以 2-5m 的距離種植苗木，每條帶狀處理相隔 10-20m 寬
- b. **邊緣和緩衝地帶種植(gap planting)**，在路旁、溪流旁或是一些零星的空地種植樹木，增加廊道及棲地多樣性且有助於水土保持

種樹方法

群落鑲嵌

於單一樹種的栽植區域的周邊種植其他樹種

Mosaics of Species Monocultures

混和種植

同時混和種植多種樹種

Mixed Species Plantations

棲地改善方案選擇

各種森林棲地改善及復育策略都有不同的優缺點及適用條件。圖 3-1-1 提供選擇流程示範，考量的選擇條件，包含棲地劣化程度、面積大小、種植作物之需求、種源距離、預算、土壤狀況...等，使有興趣從事森林復育的單位或個人，能依照現場環境及本身資源，選擇適當的森林復育策略。

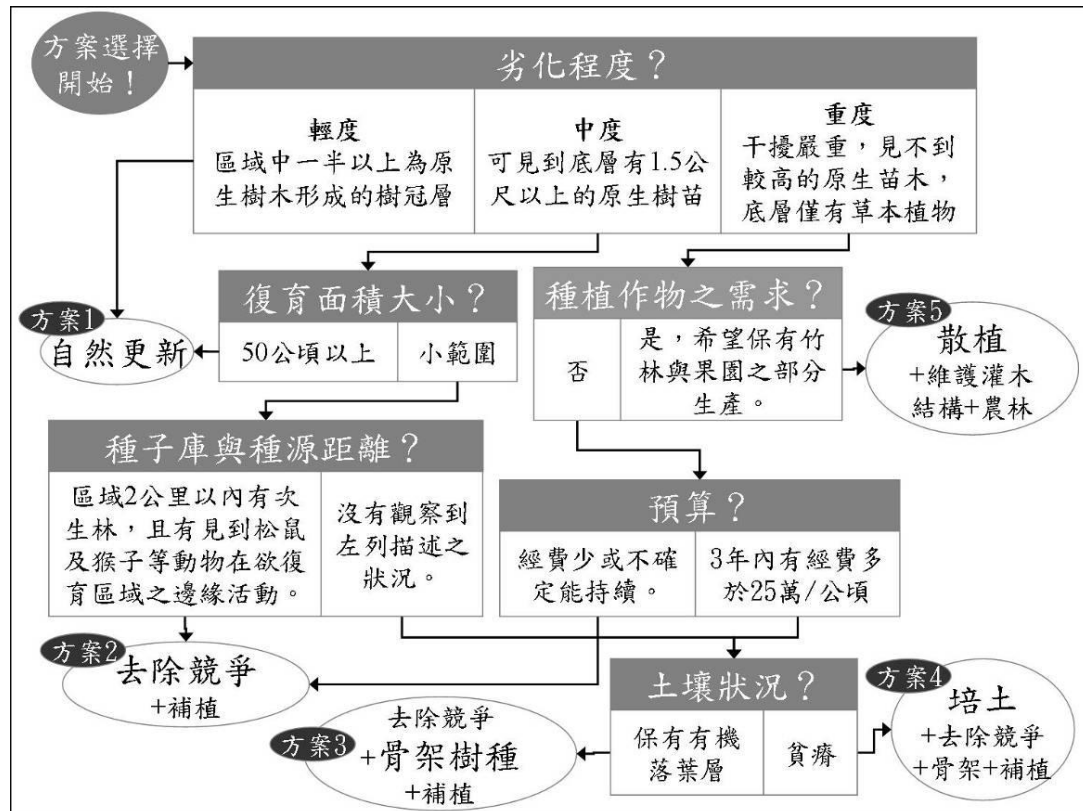


圖 3-1-1. 棲地改善方案套餐選擇流程。

方案說明

方案 1：

棲地僅輕度劣化，附近有次生林作為種源，或土地中有原生種子庫。即可藉由少量的管理，使棲地依其生態區特性逐步回復至近似原始的狀態。主要策略為移除棲地劣化壓力，如減少外來入侵種數量、取締非法獵捕行為、減少農藥利用...等，常見的方式為劃設保護區、設置圍籬、巡邏，但不包含種樹等主動更新作為。優點為可大面積實施，成本低，巡守工作可由社區組織擔任。雖然復育速度較慢，只要能持續長期管理，避免人為過多干擾，自然更新策略是最符合自然平衡的一種方式。

方案 2：

如果面積小，且鄰近地區原生樹種種源充足，可適度進行競爭移除策略，以使自然演替能順利回復常軌。斗六丘陵地區，可加強麻竹、芒草、小花蔓澤蘭的移除。但在過程中要注意，移除覆蓋或移除競爭之後，容易被少數優勢或雜草入侵，需小心進行原生苗木之撫育，或可在間隙種植樹苗。

方案 3：

適用於棲地品質劣化中等至嚴重的區域，或自然種源不足的空地，於整地之後，密集種植 10-20 種原生樹苗，操作方式可參考下一節「樹種選擇與種樹指引」之描述，選擇適合當地特性之樹種。缺點是成本較高，要持續撫育與監測，小心草本植物之入侵。

方案 4：

棲地劣化嚴重的區域，或開發歷史較久的區域，時常會遇到地力不足的問題。劣化輕微的棲地，會有殘存的落葉有機層，如果範圍中沒有有機落葉層，就無法提供樹苗生長的養分。此時，應先進行培土，以較天然環保的方式進行，堆置有機質，使地力逐漸恢復。避免使用大量化肥肥料，以免改變當地原生土質或影響水源。等地力回復，再進行種植樹苗等復育策略。

方案 5：

如原有土地已種植經濟作物，並希望維持經濟作物之收入。可選擇逐漸將原有外來作物，替換成原生種的經濟作物；或於經濟作物周遭空地或林下，種植原生種樹木。同時減少整地干擾，維持底層灌木結構。在顧及經濟收益的同時，提升對生物多樣性的助益，達到永續利用的效果。

3. 樹種選擇與種樹指引

本節欲幫助在雲林低海拔地區，海拔 400m 以下山區及平地，有意從事森林棲地改善及復育的工作者一些基礎植樹概念與指引，提供在本範圍內種植樹種時，適地適性之參考，以及種植苗木之注意事項。然而，因部分研究及試驗尚在進行中，資料尚未完備。未來會依照每年研究成果與資訊，進行些微調與更新。

要種哪些種類的樹木？

雲林地區氣候溫和而乾濕季分明，這裡的原生森林中植物種類組成複雜多樣，每個小區域的植物組成也不盡相同。殘存的天然林為低海拔闊葉樹種，在海拔較高的稜線至中坡，樹冠層以白匏子、血桐、香楠、大香葉樹及鵝掌柴較為優勢，在樹冠層底下則是大量的蕨類、灌叢及地被層植物。下坡近溪谷環境中，是以菲律賓榕、龍眼、香楠及稜果榕為優勢，蕨類植物也是演替初期時的優勢種之一^{5,6,7,8}。每個區域的環境都有其特性，在進行復育策略之前，要瞭解區域的物理環境，如濕度、坡向、土質、排水，這些都會影響一個地區的植物組成。選擇樹種最佳作法，是在附近區域內尋找附近相似環境中的天然林或老熟的次生林，仿照裡面的樹種組成³。也可參考我們所列出的建議樹種。

注意有些演替後期繁盛的樹種並不適合直接種植於空曠的裸地上。演替後期的樹種需要避風與遮蔭的環境，在森林的環境中可以免於風吹、日曬及乾旱，一旦種植於裸地將無法生存。因此，如果復育是從空曠的裸地開始，則需要先種植耐旱且生命力較為強勁的樹木或灌木，提供更好的環境給演替後期物種進駐。斗六丘陵地區之建議先期種植樹種及後期種植樹種如下：

先期種植樹種		後期種植樹種	
白匏子	<i>Mallotus paniculatus</i>	無患子	<i>Sapindus mukorosii</i>
血桐	<i>Macaranga tanarius</i>	杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>
野桐	<i>Mallotus japonica</i>	香楠	<i>Machilus zuihoensis</i>
構樹	<i>Broussonetia papyrifera</i>	水同木	<i>Ficus fistulosa</i>
小葉桑	<i>Morus australis</i>	朴樹	<i>Celtis sinensis</i>
稜果榕	<i>Ficus septica</i>	江棗	<i>Schefflera octophylla</i>
菲律賓饅頭果	<i>Glochindion philippicum</i>	刺杜密	<i>Bridelia balansae</i>
山黃麻	<i>Trema orientalis</i>	山柚仔	<i>Champereia manillana</i>
華八仙	<i>Hydrangea chinensis</i>	天仙果	<i>Ficus formosana</i>
		軟毛柿	<i>Diospyros eriantha</i>

● 先期種植樹種特性

先鋒樹種生長快速並有忍受高溫及乾燥的能力，在大片裸地中應優先大量栽種這類樹種。先鋒樹種可以給未來自然萌發或人為栽種的樹苗更好的環境。表 3-1-3 為一些建議種植的先鋒樹種，可自由挑選。在選擇時最好能搭配實地的地理

環境狀況，注意栽植的地形是處於溪谷、中坡或稜線，依照環境地形及濕度選擇適合的樹種³。盡量混和不同的種類，以達到輔助自然演替更新的效果。

表 3-1-3. 適合先期種植之樹種，依照地理特性有不同的選擇

樹種	適合地形 ^{5,6,7,8}			誘蝶誘鳥功能 ⁴		適合的棲地環境 ^{7,8} ●最適合；○次適合； △普通；X未試驗		
	下坡 近溪谷	中坡	上坡 近稜線	誘蝶	誘鳥	開闊地	竹闊 混和林	次生林
白匏子		●	●				X	
血桐		●	●	●	●		X	
野桐		●	●	●	●		X	
構樹	●	●			●		X	
小葉桑	●	●		●	●		X	
稜果榕	●	●		●	●	●	○	△
菲律賓 饅頭果	●	●		●	●	○	●	△
山黃麻	●	●	●	●	●		X	
華八仙	●	●					X	

● 後期種植樹種特性

樹種建議在先期種植數年之後進行補植，這些樹種對環境耐受度較低，需要依賴先鋒樹種提供遮陰才能有較好的存活率。同樣必須依照地理環境的濕度，適地選擇樹種(表 3-1-4)。

表 3-1-4. 適合補植之樹種，依照地理特性有不同的選擇。

樹種	適合地形 ^{5,6,7,8}			誘蝶誘鳥功能 ⁴		適合的棲地環境 ^{7,8} ●最適合；○次適合； △普通；X未試驗		
	下坡 近溪谷	中坡	上坡 近稜線	誘蝶	誘鳥	開闊地	竹闊 混和林	次生林
無患子		●	●			○	△	○
杜英	●	●	●			○	●	●
香楠		●	●	●		○	○	△
水同木	●	●				●	●	△
朴樹	●	●	●	●			X	
江某	●	●	●		●		X	
刺杜密	●	●		●		△	△	○
山柚仔	●	●					X	
天仙果	●	●		●			X	
軟毛柿	●	●				△	○	●

開始植樹

如果要要以植樹方式復育大面積的森林，有些事情需要在事先考量：

1. 當地的地理環境與濕度，會如何影響植物的生長？
2. 是否需要事前準備工作？如圍欄、除草。
3. 需要多少棵與多少種類的樹？先期栽植建議以 1 棵/平方公尺來進行。
4. 種植的季節以及未來補植的年份。
5. 確認是否有古蹟或文化遺址在其中，尋求相關單位協助。
6. 察看附近的天然林或老熟的次生林，觀察這些生態系的樣貌並仿效。確認復育基地與天然種子來源的距離。
7. 種植部分誘鳥或可為野生動物利用的樹種。
8. 考慮樹苗的取得及遺傳特性，直接購買或自行培育。
9. 持續管理與撫育制度。

苗木來源

最好是能由當地取得的種子來培育樹苗，這些樹苗的遺傳特性比較適應當地的環境狀況，能有較好的存活率。如果是購買樹苗，請儘量尋找是由野外種子或裁枝培育而成的樹苗，避免購買經過育種、配種的品系，因為真正的原生來源的苗木才能確保這些樹苗能適應野外的環境。如果要在野外自行挖掘種子或採集樹枝進行扦插，記得取得土地所有人的同意。

種植時機

在雲林地區最佳種植時機在 3-4 月，最慢可至 5 月，在這段時間種植，可讓樹苗在適當的氣候生長茁壯，以面對夏季的炎熱或颱風，以及冬季的乾旱。避免在炎熱的大晴天或颶大風的天氣栽植樹苗，小苗可能很快就會死亡。

栽植訣竅

- 如果有會危害小苗的野生動物或家畜，就應先設置圍籬。
- 移除雜草，如果有小花蔓澤蘭，可先在幾個月之前以人工刈除。
- 不要死板的直線種植，盡量模仿自然隨機的生長狀態排列。
- 種植樹苗的策略，最終的目的是要恢復原生樹木的樹冠層，提供的遮蔽與適宜的環境可讓下層的樹苗順利生長。因此以 1 公尺間隔種植先鋒物種，可以快速生長充分伸展，樹冠層的遮陰也可抑制雜草的生長入侵。
- 如果樹苗是會成長為比較大棵的物種，如山黃麻、白匏子、構樹、血桐及稜果榕等，可以給予約 5 公尺的間隔空間。如有種植低矮樹種或灌木，如華八仙、天仙果、小葉桑，間隔 30 公分即可。
- 可適當在苗木根部周圍加上護蓋物，有抑制雜草與保水的功能。
- 將種植好的苗木加上記號，例如使用竹竿插地並在其上綁螢光布條，以利後續監測與撫育。

管理與撫育

- 定期除草撫育
- 監測苗木存活與生長狀況，享受看著苗木成長的過程，棲地因此吸引更多野

生動物，也有自然演替的能力。拍照比對每年的變化。

- 先驅物種建立了覆蓋度之後，可進行其他樹種的補植。

野生動物復育

- 盡量選擇多種樹種，以提供更多棲地給森林性野生動物。
- 潮濕的土壤、朽木跟落葉層，適合無脊椎動物生存。可將大塊的枯木或朽木搬運到復育區中。朽木要出現在天然演替的森林中，可能需要很久的時間累積，但如果以人為處理，很快就可以達到效果，成為無脊椎動物的優良棲地。
- 如果要吸引特定種類的野生動物，請與專家聯繫，尋求建議。

5. 外來種植物及優勢種芒草之管理建議

(1) 小花蔓澤蘭(*Mikania micrantha*)

分類：菊科(Asteraceae)蔓澤蘭屬(*Mikania*)入侵種植物，原產於中南美洲。

對森林的影響：小花蔓澤蘭會蔓生纏勒在植物上、遮蔽陽光，使植物無法行光合作用而死亡。喬木、灌木及地被層植物都會受到侵害，進而改變原有棲地結構及物種分布¹¹，影響原有生態系之穩定。

湖山現況：湖山地區常見其攀附於倒塌的竹叢、森林邊緣的開闊地及果園周邊，長期佔據空間、遮蔽陽光，影響植物生長，並使原生樹種的小苗無法萌發。在湖山水庫自然保留及復育區中，沒有人為介入管理的試驗樣區，小花蔓澤蘭的平均覆蓋度 6.7%，最高可達 25%，

生態習性：小花蔓澤蘭喜好海拔 1000 公尺以下光照強、水分高的環境，在林地邊緣常見。目前台灣在中、南及東部的淺山、廢耕地都有其族群¹¹。小花蔓澤蘭為多年生植物，生長快速、種子數量多，族群繁衍快速。夏季為生長期，10 月中旬開始開花，開花後約 15 日後種子即可成熟，11-12 月大量結實，之後呈乾枯狀。種子藉由風力、昆蟲、動物活動散播³。除有性繁殖之外，也可利用莖蔓的節間進行無性繁殖¹¹。

建議管理方法：以物理性防制最為普遍、有效。建議自 7 月生長期開始，以每月 1 次的頻率切斷蔓莖，連續 3 次，可達到防制效果，於 10 月開花期前執行完畢，效果最佳¹⁰。若其攀附在喬木上，只要切斷離地 10-20 公分內的蔓莖即可，殘留部分掛於樹上使其自然乾枯，不可讓殘留的蔓莖接觸地面土壤，以免節間繼續長出不定根；如攀附位置在較低的灌叢或地面，則應將蔓莖移除，以塑膠袋包裹使其腐爛或集中放置，待乾燥後焚燒或覆蓋，避免再度萌發¹⁰。小花蔓澤蘭的小苗不耐陰，在低光度環境下無法生長⁹，如森林樹冠層完整，即可抵禦小花蔓澤蘭的入侵。



(2) 麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus*)

分類：禾本科(Poaceae)麻竹屬(*Dendrocalamus*)，原產於中國及緬甸北部。

對森林的影響：耕作中的麻竹林地，因人為清除底層，棲地趨向單一化；麻竹植物體中會製造次代謝物，對其他植物有相剋作用¹⁴；且麻竹落葉量多、不易腐爛，覆蓋於林地，上述特性皆會抑制原生苗木之生長、阻礙森林演替，造成棲地退化壓力^{15,16}。此外，麻竹會吸引竹葉扁蚜 (*Astegopteryx bambusifoliae*) 聚集，扁蚜分泌出的蜜露，會誘使煤煙病菌生長，覆於底層植物的葉片表面，致使林下植物體光合作用效率降低¹⁵。

湖山現況：斗六丘陵之麻竹林為經濟效益而廣泛種植，部分早年耕作的麻竹林，因為地處偏僻而遭廢棄^{12,13}。在湖山水庫自然保留及復育區中，沒有人為介入管理的試驗樣區，麻竹林的平均覆蓋度 57.5%，如未進行管理，在數年內樣區麻竹覆蓋度不會減低，有些樣區中的竹林反而漸漸擴張。

生態習性：為叢生型竹叢，生長高度可達 25 公尺，從平地到海拔 1500 公尺山區都可栽植，是早期農業時代充分利用山區陡峭坡地的重要作物。麻竹出筍期以 6-8 月的夏季為主，出筍與土壤溫度及水分有關。麻竹的換葉期在 2-4 月間。麻竹開花是單叢零星發生，而不是整片的開花。開花結實後，竹叢隨即死亡。

建議管理方法：於每年 10 月至隔年 2 月乾季期間實施竹叢伐除作業，可避免地被層的草本植物萌發過於迅速而產生干擾，亦可銜接後續植樹或撫育管理。竹叢以人工方式伐除，竹枝在整理後堆置現場。隨後以機具挖除竹頭，過程中必須注意水土保持，如坡地過陡則不建議挖除竹頭；如有竹頭保留者，則每個月修剪萌發之新芽，同時注意竹筒積水滋生蚊蟲的問題。施做方式應照面積調整，參考「行政院農業委員會林務局經管國有林地排除占用侵害後續復育造林注意事項」之標準，竹林 0.5 公頃以下採皆伐方式辦理；0.5 公頃以上則採帶狀或塊狀砍伐，於其間隙進行造林復育，造林 3 年後，應視林木長成狀況，評估是否伐除剩餘竹林。



(3) 大花咸豐草 (*Bidens pilosa*)

分類：菊科(Asteraceae)鬼針草屬(*Bidens*)入侵種植物，原產於中南美洲。

對森林的影響：其繁殖力強、生長快速、拓展能力強，與原生植被競爭空間與資源，並會分泌次級代謝物，抑制原生植物發芽與生長^{18,19}。

湖山現況：於有人為干擾的開闊地，常可見其整片生長，或於小徑邊零星分布，在樹林或竹林底層則較少見。湖山水庫自然保留及復育區中，沒有人為介入管理的試驗樣區，大花咸豐草的覆蓋度極低。在較開闊的樣區則有5%左右的覆蓋度，但在較多人為管理的干擾下(如伐除竹叢)，可達到10%-20%的覆蓋度。

生態習性：為一年生草本植物，對環境適應力高，能耐受乾旱及貧瘠的環境，可生長於各種棲地中。從平地到高海拔都有分布，在臺灣於海拔500公尺以下地區出現頻度最高，之後隨海拔高度下降¹⁸。以種子進行繁殖，一年四季皆可開花，可自花授粉或交叉授粉，每年產生大量種子。發芽後4個月開花，開花後1個月產生成熟種子。種子不會休眠，可存活5-6年，野外發芽率高¹⁹。其瘦果具有倒刺或芒刺，可黏附在人類或動物身上傳播。

建議管理方法：為避免化學除草藥劑對環境的不良影響，建議以機械或人力移除。雨季時每月除草1次，乾季時兩至三個月1次。於除草作業時，應避免傷及原生苗木。待苗木成長，樹冠逐漸鬱閉後，較不易遭受入侵。



(4) 五節芒(*Miscanthus floridulus*)

分類：禾本科(Poaceae)芒屬(*Miscanthus*)，為臺灣原生種植物。

對森林的影響：五節芒具有護坡、改善土質、作為飼料、光合作用效率高等優點²⁰，並為草地型野生動物提供棲息環境。但五節芒生長迅速、植株高大，使原生生小苗常掩埋於芒草叢下，無法與其競爭，阻礙森林演替更新。因此，如能在特定區域適當管理，將有助於森林生態系之復原。

湖山現況：工程施工後的裸露地、周邊地區廢棄、無人為管理的空地，常見植株較為高大者以五節芒，與象草(*Pennisetum purpureum*)及其他禾本科植物混生。

生態習性：為多年生草本植物，外型高大可達2-3公尺，叢生，地下莖發達，可無性繁殖。在台灣低海拔山區常見，能耐受乾旱及貧瘠的土地¹⁷。花期約為4到7月，靠風力傳粉，種子靠著風力及重力傳播。

建議管理方法：割除芒草的同時，配合苗木撫育或栽植，以免苗木尚未長成又被芒草覆蓋。以機械或人工方式割除，過程中須小心避開原有苗木。於坡地上的芒草叢砍除後應保留草頭，以維持坡地土石穩定，除草頻率在雨季時每月1次，乾季時兩至三個月1次；位於平坦空地上的芒草叢可考慮在割除後，以小型機械將草頭挖除或予以覆蓋，避免重新萌生。河川、溪流兩側應以水土保持為優先考量²¹，宜保留芒草叢，維護沿岸土壤植被，避免土石流失，並可做為草生型動物棲息環境。



其他建議管理外來種植物時的注意事項：

- 於開花結果前處理的成效最佳。
- 配合降雨情形及外來種生長狀況調整除草頻率。
- 於小苗數量較多的棲地中，應使用人力除草，以免傷及小苗。
- 避免使用除草藥劑，維護環境健康。
- 撫育時注意不要傷及原生樹種的小苗，最好能事先巡視並以竹竿進行標示。
- 適合做為蝴蝶幼蟲食草的藤蔓植物，如馬兜鈴科，最好能事先巡視並標示
- 除本章建議的外來種植物種類外，如有其他種類性質相近，會威脅到原生苗木生長的外來種植物，可適度進行管理。
- 移除後的枝條要妥善處理，以免重新萌發。
- 使用刀具要注意安全防護措施並配掛護目鏡。

參考文獻

1. Sabogal, C. 2005. Site-level restoration strategies for degraded primary forest. pp. 83-96. *In*: Rietbergen-McCracken, J., S Maginnis and A. Sarre (eds.). The forest landscape restoration handbook. Earthscan, London, UK.
2. Mansourian, S., V. Daniel and N. Dudley. 2005. Forest restoration in landscapes: Beyond planting trees. Springer, New York, USA.
3. Auckland Regional Council. 2000. Native forest restoration planting. Downloaded from <http://www.arc.govt.nz>
4. 沈秀雀。2009。臺灣的誘蝶與誘鳥植物。生態與工程入口網。行政院農委會特有生物保育中心。<http://ecoeng.tesri.gov.tw/>。
5. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2008。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(96 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。
6. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2010。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(98 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。
7. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2011。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(99 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。
8. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2012。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(100 年度工作計畫)成果報告書。特有生物研究保育中心。臺中。
9. 郭耀綸、陳志遠、黃慈薇。2003。小花蔓澤蘭的生態生理性狀。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊 11-27 頁。中華民國雜草學會。
10. 陳阿興、蕭祺暉。2003。小花蔓澤蘭防治與管理。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊 69-77 頁。中華民國雜草學會。
11. 黃士元、彭仁傑、郭曜豪。2003。小花蔓澤蘭在台灣之蔓延及監測。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊 123-145 頁。中華民國雜草學會。
12. 鐘欣芸、陳財輝。2011。臺灣麻竹產業亟待振興。林業研究專訊 18(2): 63-66。
13. 楊迪嵐。2008。斗六丘陵植群生態之研究。國立中興大學森林系研究所碩士論文。臺中。
14. Chou, C. H., and M. H. Hou. 1981. Allelopathic research in subtropical vegetation in Taiwan. I. Evaluation of allelopathic potential of bamboo vegetation.

- Proceedings of the National Science Council. 5: 284-292.
15. Griscom, B. W., and P. M. S. Ashton. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. *Forest Ecology and Management* 175: 445-454.
 16. Griscom, B. W., D. C. Daly, and M. S. Ashton. 2007. Floristics of bamboo-dominated stands in lowland terra-firma forests of southwestern Amazonia. *Journal of the Torrey Botanical Society* 134: 108-125.
 17. Nelson, S. 2008. Sooty mold. *Plant Disease* 52: 1-3.
 18. 鄧書麟、何坤益、張怡萱、蔡景株、呂福原。2004。入侵植物在台灣—以大花咸豐草為例。林業研究專訊11(4): 18-21。
 19. Invasive Species Specialist Group. 2010. Global Invasive Species Database. Auckland, New Zealand. <http://www.issg.org/database>
 20. 江友中、John C. Clifton-Brown、王薇琍、沈姿秀。2008。風吹草低見能源。科學發展 425: 20-25。
 21. 經濟部水利署。2006。水庫濱水帶植生群落之重要性。臺灣河川復育網。
http://trn.wra.gov.tw/trn_file/static/upload/download/12c30ed68430000041d2.pdf

三、經營管理 (二)子目標 2：考量目標物種需求

依據「湖山水庫工程計畫生態保育措施」之內容，並經由歷年調查結果、報告文獻蒐集及與相關專家共同討論後，選出 14 項目標類群(表 3-2-1)。選擇原因可歸納為 4 種：(1)具有特有性、屬保育類、分布侷限，如珍稀植物及黃裳鳳蝶；(2)具有特殊需求或對環境干擾敏感，如食蟹獾、洞巢性鳥類；(3)具有重要生態功能與地位，如蝙蝠類、兩棲類；(4)受輿論高度關切之物種，如食蛇龜及八色鳥。未來還會持續評估是否有需要增加或刪減之物種。並針對目標物種之族群現況與特殊需求，提出適當的復育策略。

表 3-2-1. 目標物種及選定原因：(1)具有特有性、屬保育類、分布侷限；(2)具有特殊需求或對環境干擾敏感；(3)具有重要生態功能與地位；(4)受輿論高度關切之物種

	學名	選定原因				
		臺灣特有	(1)	(2)	(3)	(4)
1. 植物						
圓葉布勒德藤	<i>Bredia hirsuta</i>	●	●	●		●
傅氏三叉蕨	<i>Tectaria fauriei</i>		●	●		
錫蘭七指蕨	<i>Helminthostachys zeylanica</i>		●	●		
2. 昆蟲						
黃裳鳳蝶	<i>Troides aeacus formosamus</i>		●	●	●	●
紫斑蝶	<i>Euploea spp.</i>			●	●	●
3. 兩棲類						
兩棲類整體		●	●	●	●	●
4 爬行類						
食蛇龜	<i>Cuora flavomarginata</i>		●	●		●
斯文豪氏游蛇	<i>Rhabdophis swinhonis</i>	●	●	●		
臺灣鈍頭蛇	<i>Pareas formosensis</i>	●	●	●	●	
臺灣滑蜥	<i>Scincella formosensis</i>	●	●	●		
5. 鳥類						
八色鳥	<i>Pitta nympha</i>		●	●		●
森林性鳥種		●			●	
森林洞巢性鳥類			●	●		●
6. 哺乳類						
食蟹獾	<i>Herpestes urva</i>		●	●	●	●
蝙蝠類整體		●		●	●	

1. 植物

(1) 目標類群及選定原因：

過去曾在報告中被提出為稀有植物者有：圓葉布勒德藤、岩生秋海棠、鹿谷秋海棠、蔓蕺荷、傅氏三叉蕨等。2010年湖山水庫調查人員通報在庫區發現另一種在臺灣稀有植物—錫蘭七指蕨。以上珍稀植物，經統整在庫區及鄰近地區之分布資料(圖3-2-1)，配合臺灣整體分布狀況，會同專家討論後，認為圓葉布勒德藤、傅氏三叉蕨及錫蘭七指蕨應優先予以關注。

圓葉布勒德藤 *Bredia hirsuta* Bl. var. *rotundifolia*

野牡丹科(Melastomataceae)。臺灣特有變種。「臺灣稀有及瀕危植物」之分級列為受威脅的瀕臨絕滅(EN)等級¹。並於「臺灣地區稀特有植物名錄」中列為第3級特稀有植物，為生態評估時需特別關注之物種²。在「台灣植物紅皮書」中被列為接近威脅(NT)等級²⁵。

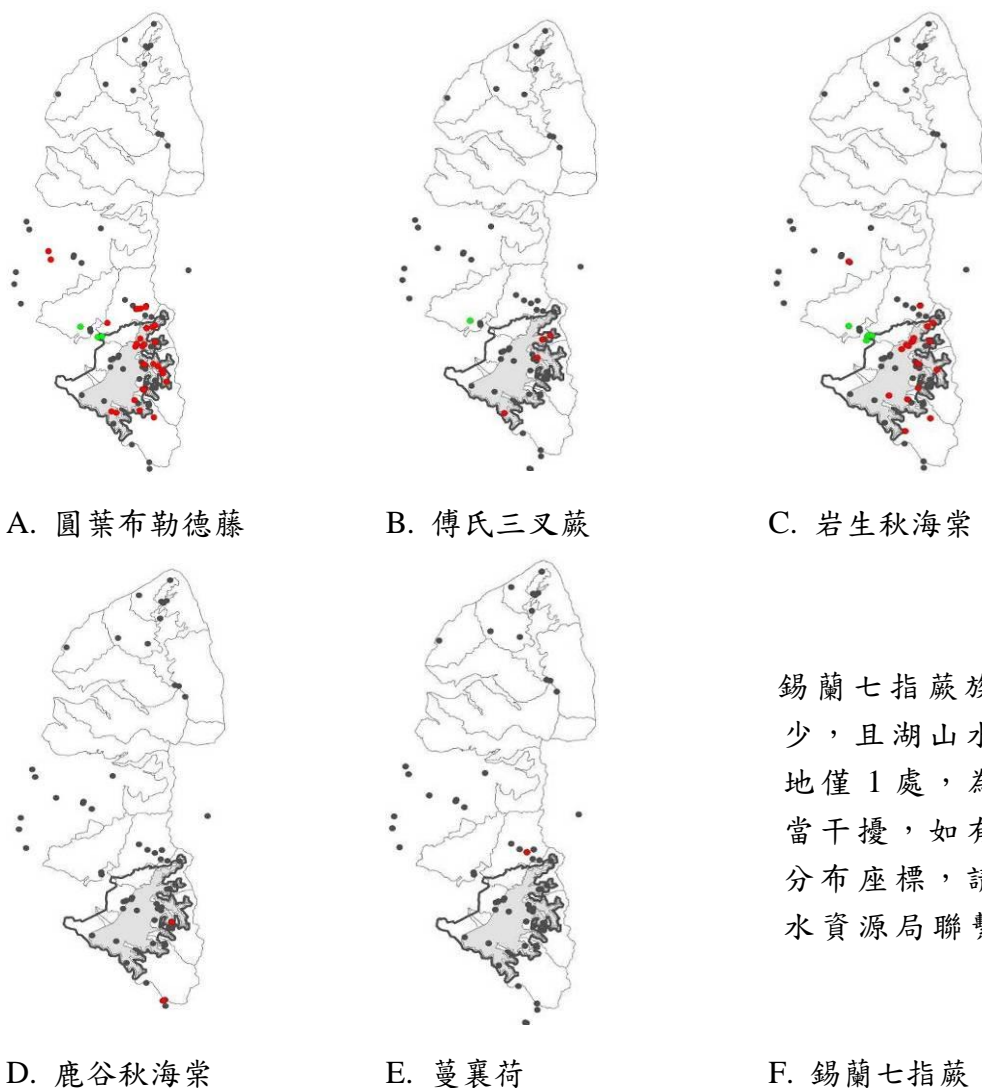
傅氏三叉蕨 *Tectaria fauriei*

三叉蕨科(Aspidiaceae)。於「南投縣維管束植物資源之調查調查」中列為稀有(R)等級，為族群數量少，有生存危機，如果危害因子繼續作用在短期內將瀕臨絕滅³。在「台灣植物紅皮書」中評估為易受害(VU)等級²⁵

錫蘭七指蕨 *Helminthostachys zeylanica*

瓶爾小草科(Ophioglossaceae)於「臺灣稀有及瀕危植物」之分級列為瀕臨絕滅(EN)¹。在「台灣植物紅皮書」中被評估為嚴重瀕臨絕滅(CR)等級²⁵，急待保護。

下列其他種類之植物，暫不列入本建議書之關注重點：鹿谷秋海棠(*Begonia lukuana*)在「台灣植物紅皮書」中被評為易受害(VU)等級²⁵，但在淹沒區邊緣僅發現1處分布點，預期整體族群不會在水庫淹沒後受到影響；岩生秋海棠(*Begonia ravenii*)於「臺灣稀有及瀕危植物之分級」及「台灣植物紅皮書」中都列為接近威脅(NT)^{1,25}，因其危險等級不高且分布較為廣泛，暫不納入；蔓蕺荷(*Floscopa scandens*)雖被濕生植物的愛好者列為不常見的稀有植物⁴，「台灣植物紅皮書」中列為接近威脅(NT)等級²⁵，但它在庫區外有分布，應可持續在庫區外繁衍。上述物種，應持續注意其族群狀況，未來如臺灣其他地區族群因故急遽減少，仍需調整列入目標物種考量。



錫蘭七指蕨族群稀少，且湖山水庫生育地僅 1 處，為避免不當干擾，如有需要其分布座標，請與中區水資源局聯繫。

圖3-2-1. 歷年於湖山水庫相關報告中被提出需關注之 6 種植物於斗六丘陵及湖山水庫鄰近地區的分布概況。● 調查點位、● 珍稀植物分布點位¹⁵、● 珍稀植物分布點位¹⁸。

(2) 目標類群之現況

圓葉布勒德藤

分布於中南部低海拔山區，目前發現地點有雲林林內、南投關刀溪、嘉義瑞里、高雄旗山等地。在庫區內發現 29 個分布點，覆蓋總面積約 495.7 平方公尺，庫區外也有分布¹⁵(圖 3-2-1)。中水局以改變導水路洞口施工方式，保留原有族群；並將位於淹沒區內之植株移至特稀植物網室中，進行移地保育，加強培育與繁殖；未受工程進度影響族群，則進行定期巡視作業，以監測分布地點及面積。

傅氏三叉蕨

2006年發現少量存在於湖山壩導水路出口處東側之峽谷峭壁上。因並未生長在導水路施工範圍內，因此採取原地保護措施¹⁸。水庫淹沒區外分布較少，水庫淹沒區內尚有數個族群存在¹⁵(圖3-2-1)。

錫蘭七指蕨

錫蘭七指蕨分布於錫蘭、印度、中國南部、菲律賓、臺灣、琉球群島及太平洋群島。臺灣族群侷限分布，生育地點不超過5處，於蘭嶼天池、屏東墾丁國家公園、台中惠蓀林場有族群分布，湖山水庫族群目前數量約15-20株，為臺灣族群數量最多前三名。2010年由水庫工程人員發現，而後經本中心植物組人員進入現勘確認。2011年由中水局會同特生中心人員前往現地探勘，確認地點位於庫區外，但鄰近庫區。

(3) 目標類群之需求

圓葉布勒德藤

生長於有苔蘚繁生且陰濕的溪谷峭壁上，10月開始進入花季。生育地屬於砂質岩壁，土壤硬度約為25-27；pH值約為4.3-6.9，較偏酸性；電導度為144-534 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。生育地之相對光度約為5%-39%之間，光照太強之裸露岩壁或植物覆蓋太密導致透光太少之環境，皆不適宜圓葉布勒德藤之生長。

傅氏三叉蕨

生長於濕潤岩壁，覆蓋度高且陰濕的溪谷環境。

錫蘭七指蕨

生長於溪谷中濕潤的泥灘環境。於湖山地區發現之錫蘭七指蕨，其族群位於溪溝支流旁較高的次生林邊坡，樹冠層鬱閉度約80%以上，土壤偏砂壤土，表層具腐植質並有枝葉層的堆積。



庫區內七指蕨棲地照片

(4) 目標類群之策略與作法

圓葉布勒德藤

- 2010年將由南華大學進行現地移植及撫育、移地復育及監測等工作。宜加強單位間的資訊及資源之交流與分工。
- 進行大規模森林生態系復育措施時，除非有特殊狀況，不用特別進行移植復育，讓種子自然傳播即可。
- 移植阡插的移植技術與存活率已經成熟。惟維持族群的基因多樣性仍要注意。在導水路生態措施的報告中，已對圓葉布勒德藤植株的移植技術有詳盡的說明。初步建議，移植地點的覆蓋度約在50%以下的適宜棲地即可。
- 網室中的移植族群，有昆蟲進入網室進行傳粉，且成功結果。未來要對其種子進行萌發率測試，判斷是否為有效的種子，並進行授粉昆蟲的研究。

傅氏三叉蕨

- 如進行原地復育，需特別注意原地復育之周邊環境，尤其是上方覆蓋度之保存，維持生長環境之濕度。

錫蘭七指蕨

- 保存種源：收集孢子暫時存放，避免原棲地遭受突然之災害而導致族群滅絕。
- 備份族群：將部分植株移出庫區外，進行移地復育。水庫施工完畢後，若原棲地七指蕨數量維持穩定，可將當初移出之種源植回。
- 保護原棲地：設立緩衝帶維持該區域原狀，不清除任何植被。
- 長期研究：國內相關研究及培育技術缺乏，應建立研究資料。
- 族群變化監測：確認實際族群數量，每年持續監測庫區內七指蕨之數量變化。

2. 昆蟲

(1) 目標類群及選定原因

黃裳鳳蝶 *Troides aeacus formosamus*

湖山水庫及鄰近地區的蝶相豐富且穩定^{15,16,17}。如能持續進行森林生態系之復育，保持原生植物的多樣化，蝶類的生存沒有太大的威脅。僅有1種保育類蝴蝶：黃裳鳳蝶，應予以關注。

紫斑蝶 *Euploea spp.*

臺灣有四種紫斑蝶：小紫斑蝶(*Euploea tulliolus*)、斯氏紫斑蝶(*Euploea sylvester*)、端紫斑蝶(*Euploea mulciber*)及圓翅紫斑蝶(*Euploea Eunice*)，皆在湖山水庫有出現。紫斑蝶類雖非列名保育類，但因斗六丘陵為其重要遷徙路線之一，為此區重要的觀光資源，深受當地居民所重視。

(2) 目標類群之現況

黃裳鳳蝶

黃裳鳳蝶廣布於亞洲東部。可分為5個亞種，分別是指名亞種(*T. a. aeacus*)、四川亞種(*T. a. szechwanus*)、馬來亞種(*T. a. malaiianus*)、印尼亞種(*T. a. insularis*)和臺灣亞種(*T. a. formosanus*)。臺灣亞種分布於平地及2,000m以下的山區，其中以恆春半島之族群量最大，臺灣東半部及中央山脈四周山區亦有少量族群分布。但近來由於大量開發造成棲地破壞，加上黃裳鳳蝶幼蟲只能食用特定的馬兜鈴科植物，而使數量日漸稀少。水庫淹沒區、庫區西北側及東側皆有見到黃裳鳳蝶的蹤跡，淹沒區的族群必然會受到水庫的影響^{15,17}。

紫斑蝶

早期臺灣的紫斑蝶因棲地破壞、外來種植物入侵及人為捕捉而減少。湖山地區自2007-2010年進行紫斑蝶類的族群監測，發現在4月及10月間皆可觀察到紫斑蝶類群集往北飛越本區上空，或暫棲於谷地中。此類斑蝶之組成因年而異，每年數量最多的種類都不同。2010年紫斑蝶群集往北遷移的期間自4月1日至13日。每年單日觀察平均為180-500隻不等，每年發生的數量及期間不定。

(3) 目標類群之需求

黃裳鳳蝶

臺灣的馬兜鈴屬植物共有 6 種，皆可為黃裳鳳蝶幼蟲的食草植物。異葉馬兜鈴分布於臺灣中、北部低海拔山區的森林邊緣，容易遭受棲地開發破壞的威脅。湖山水庫淹沒區內及鄰近地區有許多異葉馬兜鈴的族群分布，水庫區內的異葉馬兜鈴會因水庫淹沒而使族群減少。南部地區出現高峰為每年 3-4 月和 9-10 月，湖山水庫地區出現時間集中在 3-6 月^{15,17}。

紫斑蝶

紫斑蝶 3-4 月間會由度冬地離開，向北遷移到全臺各地低海拔山區繁殖。紫斑蝶會在特定寄主植物的嫩芽上產卵。端紫斑蝶幼蟲寄主植物為多種桑科榕屬植物和夾竹桃科的細梗絡石；圓翅紫斑蝶幼蟲取食多種桑科榕屬植物如榕樹和糙葉榕等；斯氏紫斑蝶幼蟲是以夾竹桃科的羊角藤為寄主植物；小紫斑蝶幼蟲的寄主植物為桑科的盤龍木。卵約 4-6 天孵化成幼蟲，幼蟲期約 20-25 天，蛹期約為 9-15 日。紫斑蝶的成蟲 10 月秋季會遷移到臺灣南部地區過冬，度冬期偏好朝南、背風、水源充足的森林及乾溪溝，著名的蝶谷如高雄縣茂林鄉與台東縣大武鄉。

(4) 目標類群之策略與作法

黃裳鳳蝶

- 於森林邊緣可適度種植馬兜鈴，增加黃裳鳳蝶幼蟲的寄主植物。

紫斑蝶

- 種植蜜源植物，供成蟲食用。
- 種植湖山地區原生植物且為紫斑蝶食草者：
 - 紫端斑蝶：菲律賓榕(*Ficus ampelas*)、臺灣天仙果(*Ficus formaosana*)、澀葉榕(*Ficus irisana*)、珍珠蓮(*Ficus sarmentosa*)、島榕(*Ficus vergatata*)、細梗絡石(*Trachelospermum gracilipes*)、絡石(*Trachelospermum jasminoides*)、隱鱗藤(*Cryptolepis sinensis*)
 - 圓翅紫斑蝶：牛奶榕(*Ficus erecta*)、澀葉榕、雀榕(*Ficus virgata*)、島榕
 - 小紫斑蝶：盤龍木(*Malaisia scandens*)
 - 斯氏紫斑蝶：武靴藤(*Gymnema syvestre*)
- 建議在每年自 3 月下旬起至 4 中下旬於特定樣區每日進行監測。

3. 兩棲類

(1) 目標類群及選定原因

兩棲類整體

全臺35種兩棲類中，湖山水庫占了21種兩棲類資源；其中臺灣特有種兩棲類有5種，分別為盤古蟾蜍、褐樹蛙、面天樹蛙、莫氏樹蛙及諸羅樹蛙。依2009年野生動物保育法公告之珍貴稀有保育類動物者，有諸羅樹蛙1種。

諸羅樹蛙因屬於臺灣特有種兩棲類且目前僅零星分布於雲林縣、嘉義縣、嘉義市及台南市，相較於與臺灣本島其它兩棲類物種的數量上相對稀少，此外由於諸羅樹蛙分布在海拔100公尺以下的低海拔地區，因建築及馬路的切割，使得目前分布的地點十分侷限⁵，其棲地易受破壞而減少，不經意的開發很有可能使該物種隨時消失在低海拔的城鎮中。此外，由於諸羅樹蛙繁殖地點均在人類的農耕地中，農藥過分使用可能導致卵或蝌蚪的畸型或死亡。

(2) 目標類群之需求

- 溪流環境：盤古蟾蜍、日本樹蛙、拉都希氏赤蛙、褐樹蛙、梭德氏赤蛙。
- 樹林或次生林等環境(附近有小積水)：史丹吉氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、小雨蛙、面天樹蛙、澤蛙。
- 大水池：貢德氏赤蛙、莫氏樹蛙、黑眶蟾蜍。
- 竹林：艾氏樹蛙、諸羅樹蛙、白領樹蛙、中國樹蟾。
- 溼地：虎皮蛙、澤蛙、諸羅樹蛙、黑蒙西氏小雨蛙、小雨蛙、貢德氏赤蛙、中國樹蟾。

(3) 目標類群之策略與作法

- 依照想增加的種類類群，創造適合的棲地。
- 注意農藥之使用。

4. 爬行類

(1) 目標類群及選定原因

食蛇龜 *Cuora flavomarginata*

食蛇龜已被華盛頓公約組織列入 CITES(瀕危野生動植物國際貿易公約)附錄二的物種⁶，意即若不加以管制，將使之面臨絕滅危險之物種。國際自然及自然資源保育聯盟(IUCN)於 2000 年，將食蛇龜列為瀕危(Endangered)物種⁶。理由為食蛇龜因棲地的減少與人為開發，族群量在過去十年已減少 50%；且在未來十年可能繼續減少，減少數量至少達到現有的 50%。

斯文豪氏游蛇 *Rhabdophis swinhonis*

斯文豪氏游蛇為臺灣特有種，屬於保育等級三的「其他應予保育之野生動物」，由於數量極為稀少，不易觀察記錄，國內尚無相關研究；主要分布於平地至海拔 1,800 公尺山區，此範圍正是國內目前開發較為嚴重的區域，對於斯文豪氏游蛇的生存可能造成威脅^{7,8}。

臺灣鈍頭蛇 *Pareas formosensis*

臺灣鈍頭蛇為臺灣特有種蛇類，原屬於保育類名錄中保育等級二的「珍貴稀有保育類野生動物」，直到 2008 年保育類名錄更動時，才將之修正並公告為「一般類野生動物」。雖然整體而言，此物種目前受威脅的情形已獲得改善，但由於其食性特化為以蛞蝓和蝸牛為食，故生活棲地多為潮溼的森林，對於環境的需求較高，族群容易受環境變動而影響，因此在生態功能與地位上具有重要地位，可以視為軟體動物的護傘物種(umbrella species)^{7,8}。

臺灣滑蜥 *Scincella formosensis*

臺灣滑蜥為臺灣特有種，原為保育類名錄中保育等級二的「珍貴稀有保育類野生動物」，直到 2008 年保育類名錄更動時，才將之修正並公告為「一般類野生動物」。然而此物種體型小，最大吻肛長僅 4 公分，行動力較差，而且對於低海拔森林且潮溼環境的依賴性高，屬於對環境干擾敏感的物種，族群容易受開發所影響^{7,8}。

(2) 目標類群之現況

食蛇龜

原生於臺灣、琉球群島及中國大陸等地⁶。臺灣島上 1,000m 以下丘陵地，皆可能發現其蹤影；研究顯示，在基隆、臺北、南投、雲林、墾丁、宜蘭、花蓮等地，有目擊或捕獲紀錄⁹。其中，翡翠水庫、雲林林內鄉與墾丁有較大族群⁹。

依據 2008 年於湖山水庫湖山副壩區的調查，在 16 公頃的面積中，分布有 47 隻食蛇龜；水庫淹沒區共計 201.85 公頃，故粗估淹沒區內至少有 592 隻食蛇龜。所以水庫開發區內尚有超過 400 隻個體，可能已因棲地破壞而大量消失。湖山水庫食蛇龜移地保育計畫期間(2008-2009 年)，已自湖山水庫未被工程破壞的區域中捕獲 160 隻，皆已移往林內鄉湖本村臨時保護區暫養。

另於計畫實施期間，曾發現當地獵人假借筍農名義進入獵捕食蛇龜。通報水庫管理單位後，已禁止該名獵人進入，但在水庫周邊地區仍時有發現盜獵情形。

斯文豪氏游蛇

為特有種蛇類，研究資料缺乏，目前多為零星紀錄，小型蛇類，最大全長約 70 公分，全島海拔 500~1,000 公尺的山區都有發現紀錄，但數量極為稀少，喜好出現於潮溼森林底層。生態狀況及需求不明，可能是以蚯蚓、小型蛙類及小蜥蜴為主要食物^{7,8}。湖山水庫預定地原觀景臺(湖南壩及湖山壩中間)底下的廢棄檳榔園及鄰近的林內湖本地區都有發現紀錄，數量稀少(發現紀錄少於 10 隻)。

臺灣鈍頭蛇

主要分布於全島海拔 1,000 公尺以下的山區，數量尚可，湖山水庫預定地的「自然生態保留及復育區」於調查過程曾捕獲 1 隻，竹山古道頂的樣區(幽情谷上游)也有 1 筆資料，之後未曾再捕獲。由於此物種僅以無脊椎動物的蛞蝓及有肺類蝸牛為食^{7,8}。食性專一且特別，屬於森林性物種，可以視為軟體動物的護傘物種，而在斗六丘陵地區可能族群數量已很稀少，應列為保護的對象。

臺灣滑蜥

臺灣滑蜥全島低海拔山區都有發現，而且數量穩定¹¹，因此於 2008 年 7 月新公告的野生動物保育類名錄中，將臺灣滑蜥的等級降為一般類野生動物。湖山水庫預定地內有穩定的臺灣滑蜥族群，鄰近的整個斗六丘陵地也都可發現其蹤跡。雖然全臺都有分布，然而於湖山水庫範圍內連續三年的調查顯示其活動模式與南部大漢山的族群有很大的差異¹²，生殖高峰完全錯開，很有可能已分化為不同物種，而這個觀點在與臺灣師大林思民教授討論後也得到証實，根據全臺低海拔不

同滑蜥族群的遺傳變異研究，初步結果顯示北、中、南為完全獨立的分支¹³，因此極有必要小心保存斗六丘陵地的臺灣滑蜥族群。

(3) 目標類群之需求

食蛇龜

依據 2009 年湖山水庫食蛇龜移地保育計畫與基礎生活史研究，可知食蛇龜棲息於次生林或竹林底層，草叢與落葉層豐富的地點，且樹冠層覆蓋度需超過 80%。4-10 月間為其活動期，11 月至隔年 3 月間為休眠期，偶有活動情形。活動期所需躲藏地相對濕度需高於 70%，而休眠期則需高於 90%。所需活動範圍平均約 3,000 平方公尺(1,000-4,000 平方公尺)，休眠期會選擇於同一棲地內棲息，不會移動至其他棲地。而無線電追蹤發現食蛇龜有歸家行為。

斯文豪氏游蛇

小型日行性蛇類，詳細資料嚴重缺乏，極待研究之物種。根據文獻資料，此物種可能主要以蚯蚓、小型蛙類及小蜥蜴為食，且喜好於潮溼的森林底層活動^{7,8}，因此推估對於環境溼度需求較高；而由於此物種為日行性蛇類，且發現的地點多為森林邊緣，顯示其仍需要部分之光照來維持活動。

臺灣鈍頭蛇

夜行性的小型樹棲蛇類，主要食物為蛞蝓及有肺亞綱的蝸牛，對於環境溼度的需求高於斯文豪氏游蛇，同樣是屬於森林性的物種。雖然相關研究仍缺乏，由於食性專一，生活棲地中必須有足夠的軟體動物供其獵食，因此可以推估其適合的環境必須為闊葉林、底層林相豐富且溼度足以供大部分軟體動物生存的棲地；此外由於臺灣鈍頭蛇的行動力較差，夜間喜於森林邊緣獵食，非常容易遭車輛輾斃，故生存棲地最好減少道路開設或夜間管制車流量。

臺灣滑蜥

臺灣滑蜥的生態棲位較窄，對於環境需求較高，偏好隱密的草地及落葉環境¹²。而在湖山水庫爬行類指標物種族群監測及生活史研究的過程中發現，湖山地區的族群喜好麻竹及闊葉混合林，而且底層植相完整且溼度高的環境，此外也常出現在溪谷及鬱閉的林道旁。湖山地區的臺灣滑蜥於 12 月開始生殖活動，1 月及 2 月達到高峰後隨即消失，明顯與大漢山林道的全年活動不同(夏天為活動高峰期)¹²，也就是說冬天反而是其重要的時段，若此時期受到干擾，可能影響其生殖成功率，必需特別注意。

(4) 目標類群之策略與作法

食蛇龜

為避免食蛇龜圈養過久而失去野外生存能力，而且經國立中興大學生命科學系吳聲海教授研究証實，斗六丘陵地區食蛇龜個體屬於同一族群。經中水局、林務局、中興大學及特生中心多位專家學者多次開會討論之共識，認為此 180 隻易地圈養之食蛇龜最佳處理方式是立即就地野放，而不再以人工捕捉後釋回水庫週邊。因此於 2011 年 9 月就地拆除圍籬進行野放。而為了瞭解食蛇龜野放後之生存及移動情形，野放時並隨機取樣 20 隻個體，以背負式無線電發報器上標後釋放並長期追蹤其移動距離、成長及生殖情形，用以評估成效。

斯文豪氏游蛇

由於研究資料缺乏，目前仍難以制訂策略，首要目標應先了解其真正的食性為何；而若根據目前僅有的出現環境資料判斷，維持環境溼度是第一條件，換句話說，一個健全的森林生態系(樹種多樣、樹冠層遮蔽高、林下植被完整且落葉層豐富)將有助於其生存。

臺灣鈍頭蛇

首要目標都是維持森林完整性，而更重要的是增加森林植被的多樣性，以提高當地蝸牛及蛞蝓種類與數量，如此方能提供臺灣鈍頭蛇足夠的食物來源。因此建議未來需對當地的軟體動物種類及數量進行監測，並對這些珍稀及易受干擾的蛇種進行詳細調查。

臺灣滑蜥

由於臺灣滑蜥體型小，相對表面積較大，水分容易散失，因此維持環境溼度的棲地特徵就顯得較為重要，例如落葉層厚度、樹冠層遮蔽度及森林底層灌叢豐富度等，而這樣的環境除了可維持環境溼度恆定外，也有助於臺灣滑蜥躲藏，降低其被他種生物捕食的機會。此外，冬天(12、1 及 2 月)是臺灣滑蜥生殖交配的高峰期，對於維持族群數量穩定非常重要，若是此時段受到嚴重干擾，可能會影響其生殖成功的機率，是必須要注意的地方。

5. 鳥類

(1) 目標類群及選定原因

八色鳥 *Pitta nympha*

八色鳥在臺灣地區屬於稀有夏繁殖鳥，是行政院農業委員會公告之野生動物保育法中的第二級珍貴稀有保育類野生動物，並為國際鳥盟(BirdLife International)亞洲鳥類紅皮書中易危(Vulnerable)鳥種之一，同時亦是CITES附錄二物種。林務局阿里山事業區第61至70林班已於2008年為林務局公告為「雲林湖本八色鳥野生動物重要棲息環境」。除屬保育類外，八色鳥亦為社會大眾感受力強的旗艦物種(flagship species)，備受輿論矚目。八色鳥因巢位與食性有其特殊需求，僅能在特定的棲息地類型繁殖，是很好的指標物種(indicator species)，因此，在進行森林生態系棲地改善或復育的同時，即應考量八色鳥的狀況與特殊需求，進行策略研擬。

森林性鳥類：

以適合斗六丘陵現況之「湖山水庫地區鳥類保育優先次序評估系統」計算，共篩選出21種應優先關注的鳥種¹⁴，含有12種保育類鳥種及4種特有種(表3-2-2)。

森林洞巢性鳥類

除了大尺度的棲地類型經營需考量之外，鳥類對棲地中資源及環境的要求條件：例如，可營巢的位置，如樹洞、枝樑或土堤等；充分的食物供應；可用以躲避捕食者的良好隱蔽性或躲藏處；以及適合的微氣候條件等需求，也應予考量。不論是利用枯枝營巢的初級洞巢鳥類，或是依賴現存樹洞營巢的次級洞巢鳥類，其族群成長均會受到棲地中營巢位置供應的限制。因此在森林生態系棲地營造的同時，保留棲地中樹洞、殘幹及可供挖洞築巢的土坡對於洞巢鳥的族群量應有正面助益。湖山水庫地區洞巢性鳥類計有五色鳥、小啄木、領角鴉、黃嘴角鴉、鵲、棕面鶯等6種。

表 3-2-2. 湖山水庫地區應優先關注類群的森林性鳥種分數排序

鳥種	學名	族群 現況	分類 地位	面臨 威脅	易受 害性	總分	棲地類型	保育類	分類地位
藍腹鷓	<i>Lophura swinhoii</i>	4	3	2.67	3.6	13.27	森林性	II	臺灣特有種
臺灣山鷓鴣	<i>Arborophila crudigularis</i>	4	3	2.33	3.8	13.13	森林性	III	臺灣特有種
朱鷓	<i>Oriolus traillii</i>	4	2	3	3.4	12.40	森林性	II	臺灣特有亞種
臺灣藍鵲	<i>Urocissa caerulea</i>	2.67	3	4	1.6	11.27	森林性	III	臺灣特有種
白尾鷓	<i>Myiomela leucura</i>	2.67	2	3	3.2	10.87	森林水域性	III	臺灣特有亞種
紅頭綠鳩	<i>Treron formosae</i>	4	2	1.67	3	10.67	森林性	II	臺灣特有亞種
灰腳秧雞	<i>Rallina eurizonoides</i>	4	2	2	2.6	10.60	森林性		臺灣特有亞種
大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrogeus</i>	3	2	2.33	3.2	10.53	森林性		臺灣特有亞種
小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	2.33	2	3	3.2	10.53	森林性		臺灣特有亞種
松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	3.33	2	2.67	2.4	10.40	森林性	II	臺灣特有亞種
臺灣紫嘯鶇	<i>Myophonus insularis</i>	2.33	3	1.67	3.2	10.20	森林水域性		臺灣特有種
頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>	2.33	2	2.67	3	10.00	森林性		臺灣特有亞種
八色鳥	<i>Pitta nympha</i>	3	1	3	3	10.00	森林性	II	
黑枕藍鶇	<i>Hypothymis azurea</i>	3	2	2.33	2.6	9.93	森林性		臺灣特有亞種
翠翼鳩	<i>Chalcophaps indica</i>	3.33	1	2.33	3.2	9.87	森林性		
棕面鶇	<i>Abroscopus albogularis</i>	3	1	3	2.8	9.80	森林性		
綠鳩	<i>Treron sieboldii</i>	3	2	2	2.8	9.80	森林性		
棕噪	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>	3	2	2	2.8	9.80	森林性	II	臺灣特有亞種
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	3	2	2.33	2.4	9.73	森林性	II	臺灣特有亞種
大冠鶇	<i>Spilornis cheela</i>	3	2	2.33	2.4	9.73	森林性	II	臺灣特有亞種
鵲	<i>Glaucidium brodiei</i>	3	1	2.33	3.2	9.53	森林性	II	臺灣特有亞種

(2) 目標類群之現況

八色鳥

國際鳥盟推估全球八色鳥數量約在 2,500-10,000 隻之間。2009 年在臺灣全島進行系統化抽樣，經過標準化野外定點調查與模式預測後，估計全臺八色鳥族群數量介於 8,000-12,000 隻之間¹⁷，於適合棲地內之平均密度為 0.49 ± 0.05 隻/100 公頃。顯示臺灣可能是全球八色鳥繁殖族群極重要的分布地點。八色鳥雖廣泛分布於臺灣本島低海拔山區棲地適合的地點，但就特生中心多次的普查發現，雲林縣林內鄉及斗六市確實是臺灣八色鳥分布重要熱點之一。斗六丘陵地的八色鳥平均密度平均每 100 公頃有 6.8 ± 17.3 隻，約為全臺環境最佳棲地的 5 倍，顯見斗六丘陵地對八色鳥族群的重要性¹⁷。然而，斗六丘陵地的八色鳥有逐年減少的趨勢，雖然原因仍未能完全釐清，但 2008 與 2009 年數量的明顯下降(圖 1)，應與湖山水庫大面積開發造成裸露地增加有關¹⁷。

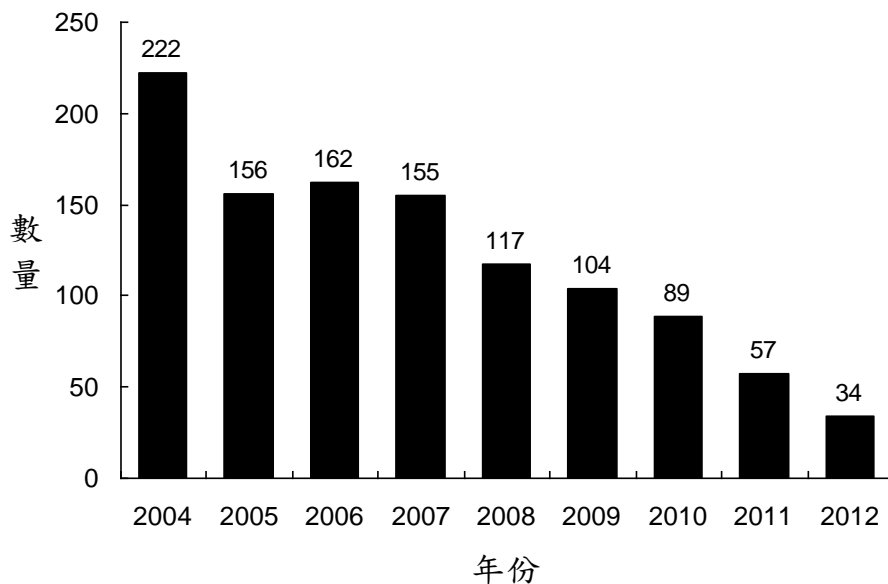


圖 3-2-3. 歷年八色鳥調查發現總數量(隻)。

森林性鳥類：

在 21 種應優先關注的森林性鳥種中。斗六丘陵地區鳥類所面臨之生存壓力，主要是非法獵捕、棲地消失及外來入侵種的迫害等，捕獵壓力對 81% 的鳥種造成中等影響、62% 的鳥種在近幾年面臨棲地喪失的威脅、29% 的鳥種有可能受到外來種鳥類危害。

洞巢性鳥類

五色鳥及小啄木屬於數量多且普遍的留鳥，這些初級巢洞者在森林中所使用過的舊巢，可以被其他洞巢性鳥類所使用。而次級洞巢性鳥類，天然營巢環境常

常遭受破壞，森林中的枯木容易被人為清除，使得可以營巢的樹洞資源減少，使這些次級巢洞鳥類必須選擇非原始的環境營巢。除此之外，尚有獵捕、路殺、外來種競爭等問題，族群數量較不穩定。

(3) 目標類群之需求

八色鳥

臺灣的八色鳥主要於海拔 500 公尺以下的低海拔山區繁殖，出現地點則以地形陡峭、道路密度偏低的次生闊葉林或闊葉林與其他植物混生的環境中。透過無線電追蹤，發現每隻成鳥的活動範圍大小在 1-4 公頃之間，平均活動範圍為 2.3 公頃(n=15)。其活動範圍內所占比例最高的棲地類型為次生闊葉林(50.7%)，依次為麻竹林及刺竹林(圖 3-2-4)。不同繁殖時期各棲地類型所占比例也有所不同。繁殖前期利用麻竹林的比例最高；孵蛋期、育雛期、幼鳥離巢後獨立前，及幼鳥獨立後遷移前的棲地類型比例，最高皆為次生闊葉林，占第二大比例的為麻竹林。顯示八色鳥固然可棲息於以麻竹為主的棲地類型，但仍會在其中尋找以次生闊葉林為主的棲地生存。

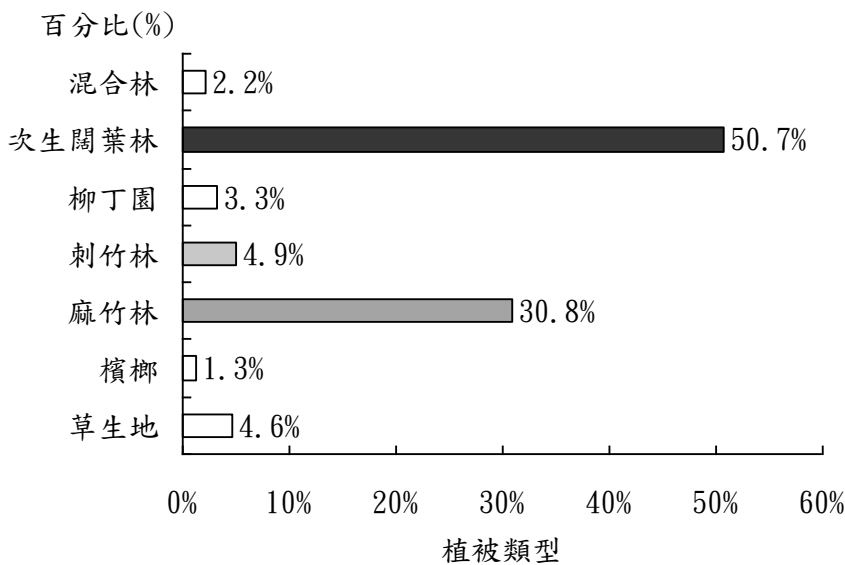


圖 3-2-4. 八色鳥成鳥活動範圍內棲地類型覆蓋平均百分比(n=15)。

表 3-2-4. 八色鳥成鳥在各繁殖時期利用之棲地類型百分比

時期	麻竹林	刺竹林	果園	闊葉林	竹闊葉混合林	草生地
繁殖前期	46.2	11.9	1.1	27.3	0.9	9.9
孵蛋期	34.3	3.3	2.7	51.6	2.4	1.8
育雛期	30.6	5.2	6.7	44.9	3.9	2.6
幼鳥離巢後至獨立前	21.0	4.0	1.3	62.5	1.0	7.7
幼鳥獨立後至遷徙前	27.1	6.7	1.4	55.6	2.4	5.1

八色鳥偏好於由多種樹種組成的次生闊葉林環境中築巢。巢位所在通常樹冠層鬱蔽，林下灌木層密度則屬適中，巢口方向則喜好展望清楚的微環境。除植被組成之外，在林內、斗六丘陵地區，微地形變化也明顯影響到八色鳥的巢位選擇。八色鳥絕大部分(>90%)將巢築於小溪谷邊坡、峭壁、單面斜坡或溪谷中大石上。巢口距地垂直落差高度在 0.6-5.3 公尺之間，平均為 2.1 公尺(n = 67)(圖 3-2-5)。少數築在樹洞、藤蔓上的巢，則多位於地勢平坦之處。富地形多樣性且有次生林生長的溪谷(溪溝)環境是八色鳥重要的繁殖棲地，維持該類環境是維護八色鳥族群的重點之一。

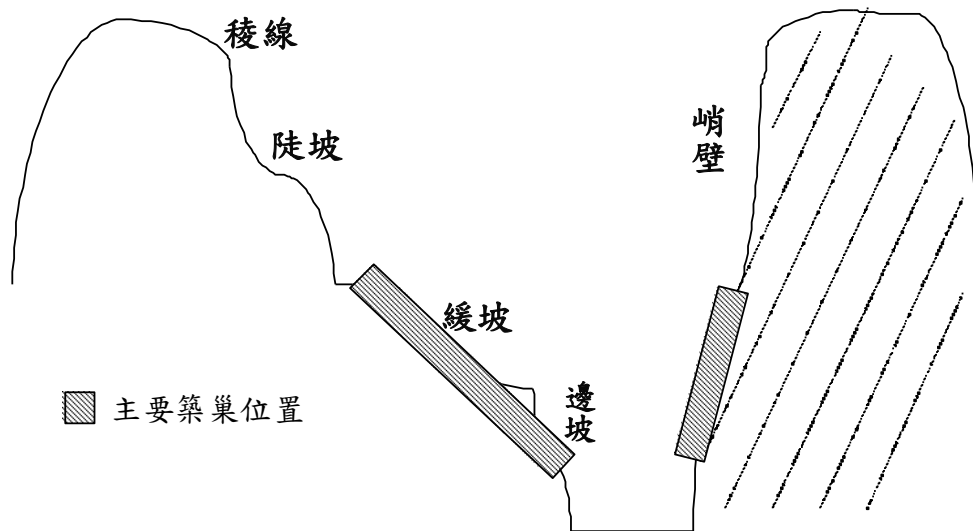


圖 3-2-5. 八色鳥巢位示意圖。

森林性鳥類：

愈複雜的森林結構能提供更多鳥類物種生存。除了樹冠植被外，更重要的是下層灌叢植被，可提供底層活動鳥種更多的遮蔽、食物及保護。另外，於河濱林帶建立生態廊道(corridors)，其可提供鳥類較多的活動棲地，亦可供移動能力較差之鳥種於零碎棲地間移動、覓食及繁殖。而臺灣紫嘯鶇會築巢於岩壁縫隙、石穴或土堤，因此河濱之岩壁、石穴及土堤應予以保留，避免於森林內小溪谷、山溝進行非必要工程，如不得不進行護岸工程時，則應避免過度水泥化，以打樁編柵、土堤護岸或砌石護岸為優先考量。

森林洞巢性鳥類

分為初級洞巢(五色鳥、小啄木)及次級洞巢鳥種(領角鴉、黃嘴角鴉、鶇鶇、棕面鶇)，對巢洞之要求各不相同¹⁵：

- 五色鳥：繁殖期以 6-7 月為高峰，利用枯木自行鑿洞築巢，巢洞高度距離地

面 2-13 公尺，平均 5.82 公尺，巢洞位置之枝幹直徑為 10-37 公分。

- 小啄木：利用枯木自行鑿洞築巢，巢洞位置與巢樹選擇尚無研究。
- 領角鴉：於天然環境利用樹洞或大樹的凹穴築巢，在缺乏大樹的地區，可利用樹枝分叉處、檳榔或椰子的葉基、人工巢箱或建物等結構適合的位置繁殖。
- 黃嘴角鴉：繁殖的需求較不具專一性，除樹洞與舊巢洞之外，樹枝分支處、斷落的檳榔樹、巢箱、地面都可以是繁殖的場所。
- 鴿鷓：利用天然樹洞、啄木鳥或五色鳥的舊巢洞營巢。
- 棕面鶯：繁殖期 5-8 月，在樹洞、石縫中築巢，亦會利用竹筒挖洞或木板釘成的巢箱。

(4) 目標類群之策略與作法

八色鳥

- 林內、斗六丘陵的八色鳥族群量已呈顯著下降的趨勢，雖然導致水庫施工範圍外族群下降原因，仍未能釐清，但在整體的保育原則上建議：應首先避免棲地再有任何重大且不可逆的改變。
- 其他影響八色鳥族群之壓力尚包括：(1)陸砂開採、(2)野溪治理工程及(3)農路開發。前述壓力主要與當地土地利用定位有關，建議應重新釐清當地土地利用類型及其比例，各項開發工程，應在優先考量維持棲地品質的前提下，評估其必要性，而後評估其施作的地點、規模、工法及時間等，以減少負面影響的程度。
- 殘存的闊葉林及地形變化大的溪谷(溝)環境，為八色鳥繁殖期間所需的重要棲地。故在進行低海拔森林棲地改善之前，應首先確實掌握殘存闊葉林所在位置，並盡量避免破壞。復原過程也必需降低對既有棲地的負面影響。
- 在進行棲地改善的過程中，可以既有的闊葉林中品質較佳者為中心點，向外逐步復原，以擴大闊葉林的面積。
- 八色鳥雖偏好於小溪谷邊坡、峭壁、單面斜坡或溪谷中大石上築巢，但不建議直接營造此類為棲地環境，一則八色鳥使用此類微環境的前提，在於周遭棲地適合繁殖，二則此類微環境目前應不是限制八色鳥繁殖的主因，故營造巢位微環境並不實際。

森林性鳥類

- 應提高植被結構複雜性及植物種組成的多樣性，以提供較多樣的棲地予較多的鳥種棲息。
- 保留森林溪流兩岸之河濱林帶，以供森林溪流型鳥種利用，且可作為移動能

力差之鳥種於棲地區塊間移動之生態廊道。

- 河濱之岩壁、石穴及土堤等繁殖資源也應予以保留，避免於森林內小溪谷、山溝進行非必要工程，如不得不進行護岸工程時，則應避免過度水泥化，以打樁編柵、土堤護岸或砌石護岸為優先考量。
- 工程之進行應避開繁殖期(4-8月)，減少大型機具及車輛產生之噪音，以免干擾鳥類的繁殖。

森林洞巢性鳥類

- 對於棲地中的樹洞、殘幹及可供挖洞築巢的土坡亦應保留，以供洞巢鳥繁殖築巢使用。

6. 哺乳類

(1) 目標類群及選定原因

食蟹獾 *Herpestes urva*

主要以淡水蝦蟹類及陸生蝸牛為食，乾淨且流量穩定的溪流與大面積的闊葉林對其生存相當重要，容易受人為活動干擾。

蝙蝠類

湖山水庫蝙蝠種類眾多，且有半數為臺灣特有種。此外，湖山水庫蝙蝠種類均為食蟲性蝙蝠(insectivorous bats)，在森林生態系中扮演重要的昆蟲制衡角色。

(2) 目標類群之現況

湖山水庫蝙蝠類已達 14 種，約佔已知臺灣產蝙蝠類動物的 47%，其中 7 種為臺灣特有種，是當地最具物種多樣性及獨特性的一類哺乳動物¹⁷。

(3) 目標類群之需求

食蟹獾

食蟹獾喜於溪流域及林近森林域活動覓食。在宜蘭縣福山地區的研究結果顯示，食蟹獾以昆蟲類、甲殼類及兩棲類為其主要食物¹⁹，湖山地區食蟹獾則主要以淡水蝦蟹類及陸生蝸牛為食¹⁵。食蟹獾主要為日行性活動的哺乳動物，活動範圍在 6.85 至 68.2 公頃之間^{20,21}。以無線電追蹤器研究中，食蟹獾成體個體較非成體活動範圍小，不同個體活動範圍重疊度很大，但雄性之間不會重疊²¹。

蝙蝠類

乾淨且流量穩定的溪流、大面積的闊葉林、天然或人工的洞穴、部分廢棄工寮對蝙蝠類的生存相當重要¹⁵。

(4) 目標類群之策略與作法

保持乾淨且流量穩定的溪流與大面積的闊葉林對食蟹獾及蝙蝠的生存相當重要。

參考文獻

1. 行政院農委會林務局。2004。臺灣的稀有及瀕危植物資料庫。
<http://econgis.forest.gov.tw/rareplant/index.htm>
2. 黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999。環境影響評估及環境影響說明書有關陸域植物生態之調查及撰寫規範-臺灣地區稀特有植物名錄。國立臺灣大學。臺北。
3. 彭仁傑、黃士元、曾彥學、許再文、黃朝慶、孫于卿、沈明雅、楊嘉棟。1996。南投縣維管束植物資源之調查研究。特有生物研究保育中心。南投。
4. 林春吉。2005。臺灣的水生與濕地植物。綠世界出版社。臺北。
5. 盧建名。2005。棲地零碎化對諸羅樹蛙族群遺傳結構的影響。國立師範大學碩士論文。臺北。
6. Ota, H., Yasukawa, Y., Fu, J. and Chen, T.-H. 2009. *Cuora flavomarginata* (Gray 1863) - Yellow-margined box turtle. In: Rhodin, A. G. J., Pritchard, P. C. H., van Dijk, P. P., Saumure, R. A., Buhlmann, K. A., Iverson, J. B. and R. A., Mittermeier (eds). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs 5: 035.1-035.10.
7. 呂光洋、杜銘章、向高世。1999。臺灣兩棲爬行動物圖鑑。大自然雜誌社，臺北。
8. 杜銘章。2004。蛇類大驚奇。遠流出版事業股份有限公司。臺北。
9. 陳添喜。2003。臺灣地區淡水龜的現況及其生物多樣性保育問題。啟動臺灣生物多樣性研究行動研討會。行政院農業委員會。臺灣。
10. 吳聲海。2004。孵化溫度對食蛇龜性別決定之影響。行政院農業委員會。臺北。
11. 向高世。2001。臺灣蜥蜴自然誌。大樹出版社。臺北。
12. 朱宏達。2002。南部地區六種石龍子科蜥蜴棲地利用之研究。國立中山大學碩士論文。高雄。
13. 林思民。私人通訊。
14. 方偉、林瑞興、范孟雯。2010。湖山水庫地區鳥類保育優先次序評估系統。臺灣生物多樣性研究 12(2): 143-166。
15. 特有生物研究保育中心。2008。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(96年度工作計畫成果報告書)。特有生物研究保育中心。南投。
16. 特有生物研究保育中心。2009。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(97年度工作計畫成果報告書)。特有生物研究保育中心。南投。
17. 特有生物研究保育中心。2010。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(98年度工作計畫成果報告書)。特有生物研究保育中心。南投。
18. 經濟部水利署中區水資源局。2006。湖山水庫施工導水路工址生物相調查及生態保育措施。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
19. 莊順安。1994。福山森林生態系三種食肉目動物(麝香貓、食蟹濠、鼬獾)的食性研究。國立臺灣大學碩士論文。臺北。
20. 黃美秀。1995。福山試驗林食蟹濠族群與資源利用之研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。臺北。
21. 陳德豪。1997。福山試驗林食蟹濠(*Herpestes urva*)的巡遊行為與空間分布。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。臺北。
22. 陳添喜。2007。臺灣地區龜類貿易對龜類野生族群的衝擊？野生動物保育與研究學術研討會。國立臺灣大學生物多樣性中心。臺北。
23. 連振暉。2005。兩棲爬蟲類的檢疫。臺北市動物園兩棲爬蟲飼養繁殖暨醫療管理研討會。臺北市立動物園。臺北。
24. Lue, K. Y. and T. H. Chen. 1999. Activity, movement patterns, and home range of the yellow-margined box turtle (*Cuora flavomarginata*) in northern Taiwan. Journal of Herpetology 33: 590-600.
25. 王震哲。2011。建構全國生物物種多樣性指標系統—植物紅皮書編纂及出版計畫。特有生物研究保育中心。南投。

三、經營管理 (三)子目標 3：社會經濟考量

「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」中森林生態系統部分，已於 2007-2010 年間分別規劃及執行生態系現況評估、指標物種生活史調查、復育基地選擇空間模式及棲地復育及改善方法試驗等，不同類型的研究計畫^{1,2}。研究規劃所提出之建議，由水利署中部水資源局委託專案顧問公司統籌，執行相關生物保育措施，包含棲地營造、棲地改善、動物移地保育、植物移地保育、稀及(或)特有植物保育、成效監測...等，已有相當成效³。然而，生態系復育一個很重要的部分，為「人」在復育過程中所扮演的角色。在復育過程中，相關權益單位(stakeholders)之間的互動，以及權益單位與環境之間的關係，這些社會層面較不易以科學研究數據呈現。

在湖山水庫森林生態系棲地改善或復育的社會經濟層面上，除了權益單位之間互動之外，尚須考量附近社區居民的期望、各單位資源上的限制等，以及執行成本、輿論的期望、生態價值的發揮等。因此，建議設置「森林復育試辦區」，以提供當地社區居民參與的平台，並將試驗研究的成果具體應用與展現於其中，提供學術與實做之聯繫。「森林復育試辦區」的設計，能讓蒞臨水庫參觀者容易親近森林復育的現場，對森林復育的內涵一目了然。最終希望建立湖山森林復育經驗，讓各單位瞭解森林復育的可行性、執行方法、效果，進而吸引更多資源(林務局、縣市政府、民間團體、地主)投入，增加森林棲地改善或復育面積，補償開發所造成的損失。

森林棲地改善或復育作為對土地擁有人而言，通常是一種新的土地利用方式，小心的規劃與運用才能展現出其價值。因此，可以先設置示範區，以面積適當且容易施做的區域開始，成功之後，就可以不斷複製成功的經驗。此時，也可以多嘗試與不同的權益單位合作。⁴國外已有不少結合社區參與、跨單位整合的森林復育獲棲地改善計畫，涉及多重權益相關單位(multi-stakeholders)⁵。棲地改善或復育工作中有許多需要互相配合與支援，如執行復育措施、人力統籌、人力培訓、研究發表、技術調整、教育與宣傳、旅遊規劃...等；示範區的執行，需仰賴土地所有者、執行單位、決策者、管理者、研究人員、資源擁有者、贊助者的積極對話^{6,7}。雖然初期示範區的面積不大，無法直接且大幅增加生物多樣性，但結合眾人之力，驗證森林復育技術的可行性，有助於取得社區居民的共識與支持，示範區並具有旅遊與教育價值，同時培養經營管理的人力，甚至影響決策者的觀念⁴。

1. 森林生態系棲地改善試辦區的特色與目的

試辦區的特色

國外成功的森林復育試辦區經驗指出，要能達成預期成效，需有幾項特點⁸：

- **土地的中立與安全**：土地的取得在法令上沒有阻礙；土地主管機關(人)與其團隊可穩定地支持復育行動；公有土地能確保其中立性，使各團體願意投入參與；土地能長久存在並持續執行復育措施。
- **土地特性具有代表性**：試辦區的選擇，能代表周圍大部分土地的利用狀況，也符合周邊主要地理地質特性，這樣未來擴展復育面積時，能廣泛且直接應用於周邊土地。
- **試辦區的可及性**：要顧慮一般廣大民眾與政府組織人員的腳程，試辦區最好能在公路旁，民眾在旅遊時都會順道經過並且能輕易觀察到成效。試辦區內部可規劃小徑，民眾能很容易的進入觀察不同的處理產生的成果。
- **試辦區的面積不可過小**：面積越大，教育與宣傳價值越高。面積加強了視覺印象，復育處理獲棲地改善效果的對比會更明顯。要在試辦區內進行小型的試驗或複合式處理也比較有空間。但成本跟面積會成正比，在考量面積效益時，也要考量成本。
- **著重現場實做**：將復育獲棲地改善措施及研究實際應用，集中研究人員與執行人員的意見，將想法實現。未來參觀者也能瞭解過程中所須的材料與經過，或許參觀者手上有這些條件時，也會意願仿效。同時，在實做的過程中，對過程中需要花費的成本進行記錄，這是最直接實際的成本支出。未來如有單位或個人想進行時，能有一份森林復育獲棲地改善經驗傳遞。
- **設計相鄰的對照區**：有對照區的設立非常有用，能帶來衝擊性的視覺差異，也可以當作操作前與操作後的對照基準。

試辦區目的

- (1) 提供當地社區居民參與的平臺
- (2) 加入更多在地人文與生態元素，提升教育與休閒價值
- (3) 成為優質案例與示範，建立森林復育及棲地改善經驗，供相關單位參考

2. 權益單位之資源與限制

各權益單位

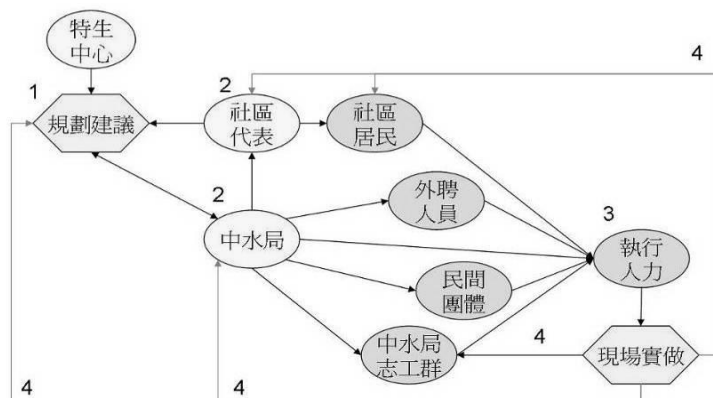
如在湖山水庫周圍地區設置森林復育試辦區，此行動可能會涉及許多權益相關單位(表 2-3-1)。各權益單位應於試辦區的不同階段進行討論與參與。關於試辦區經費來源、管理人力與社區參與部分，希望能多整合各相關單位的意見，後續再來規劃。期望未來藉由試辦區的設置，增加當地居民實際參與森林復育的機會，同時提供更全面的執行與管理經驗，給有興趣進行復育的團體或個人，以強化森林復育觀念之推廣，共同補償森林開發導致的生物多樣性損失與社會責任。

表 2-3-1. 湖山地區森林生態系棲地改善中，各權益單位的角色與獲益

相關單位	在試辦區中的可能角色	成效
民意代表	人力資源整合	聲望、社區價值與特色
當地居民	人力來源	社區價值與特色、經濟來源
民間團體	人力來源、管理規劃	志工培養、社團經營目標
中水局-管理階層	經費、土地來源	機關績效、社會責任
中水局-執行階層	實做執行、資源整合	就業機會、復育經驗
林務局	經費、土地來源	機關績效
特生中心	研究、理論應用	證明理論、技術更新
媒體	觀念傳播	復育觀念傳遞
其他政府官員	運用者	瞭解趨勢與可行性
大專院校	運用者、研究	研究成果發表、培養學生
國中小學校	運用者	鄉土教育
遊客/一般大眾	運用者	深度旅遊

試辦區中主要權益單位的可能角色

1. 由特生中心提出初步建議，與社區代表及中水局討論，就現有資源及限制調整建議之方向。
2. 中水局確認執行流程、資源與人力。在適合的項目下，與社區代表討論，優先尋求社區中的人力資源。
3. 中水局統整人力狀況，規劃執行與監督機制。
4. 執行過程中，由中水局、社區代表、特生參與討論，提出修正規劃建議。
5. 執行之過程與成果，可做教育與宣傳之用，並成為社區發展特色。



3. 成本估算

依據「森林復育試辦區」2012年執行經驗，建議0.3公頃的棲地改善，3年預算40萬元，可為各界參考，但務必依照地形、水源、人力、苗木來源等現況調整。湖山水庫內損失之闊葉林面積約為110公頃為最小補償面積標準，如全數補償，整體粗估需材料及顧工經費1億5千萬元，建議可分年度、小面積規劃執行，並與相關林務單位及民間團體合作。湖山水庫地區建議以框架樹種種植法進行棲地改善，建議作法及預算請參考表2-3-2。

表 2-3-2. 湖山水庫地區棲地改善建議之預算與作法流程。

項目	建議預算	建議作法
第一年		
整地	40,000	保留原有苗木，以人工去除芒草與竹叢。隨後以小怪手挖除竹頭，過程中需注意安全及水土保持措施。
土質改善	25,000	於土壤貧瘠處，以小怪手挖溝並以人力填入有機肥。
水源建置	20,000	購置普力桶、水管及馬達。
苗木採集	60,000	人工集苗，採集數量為種植數量的兩倍，以每人每日平均採集35株計算，於鄰近地區採集，但須注意苗木所屬權。苗木採集後，植於軟盆中照護，使根系回復，至少3個月以後再進行栽植。如苗木是由苗場或林務單位索取，可直接進行栽植。如苗木是以種子培育，則待1年後種苗成長後才適合栽植。
苗木栽植	10,000	以平均每人每日25株計算。第一期於首年的雨季進行，以約1000株/公頃的密度栽植，以生長快速的陽性及中性樹種為主。
除草撫育	34,000	頻率5-10月每月1次、11-12月2個月1次
澆水	40,000	頻率5-10月沒有下雨2週1次、11-12月每週1次。
第二年		
苗木栽植	15,000	為第一期栽植後隔年雨季，以2000-2500株/公頃密度栽植陰性樹種及增加森林結構之灌木。
除草撫育	40,000	頻率5-10月每月1次、11-4月2個月1次
澆水	70,000	頻率5-10月沒有下雨2週1次、11-4月每週1次
第三年		
除草撫育	40,000	頻率5-10月每月1次、11-4月2個月1次
彈性支出		
苗圃建置	*	存放附近野外採集的苗木。
苗圃照護	*	澆水照護及苗木換盆。
專業規劃管理	*	規劃及清點種植的樹種、數量、位置。聯繫執行現場工作的人力，監督工作之執行。調整策略。
前三年總計	394,000	

參考文獻

1. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2008。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(96年度工作計畫)成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
2. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2009。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(97年度工作計畫)成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
3. 經濟部水利署中區水資源局。2010。湖山水庫工程生態保育措施 98 年度工作報告。經濟部水利署中區水資源局。臺中。
4. Lamb, D. 2007. Identifying site-level option. pp. 71-81. *In*: Rietbergen-McCracken, J., S. Maginnis, and A. Sarre (eds.). *The forest landscape restoration handbook*. Earthscan, London.
5. Sayer, J. 2005. Goals and targets of forest. pp.166-170. *In*: S. Mansourian, D. Vallauri, and N. Dudley (eds.). *Forest restoration in landscapes: Beyond planting trees*. Springer, New York, USA.
6. Medeiros, A. C. 2006. Restoration of native hawaiian dryland forest at Auwahi, Maui. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.
7. Rattanasorn, T. 2010. Doi Mae Salong Factsheet, IUCN. 30/11/2010 downloaded from http://cmsdata.iucn.org/downloads/dms_factsheet_final_version_1.pdf.
8. Gardiner, E., J. Stanturf, T. Leininger, P. Hamel, L. Dorris, Jr., J. Portwood and J. Shepard. 2008. Establishing a research and demonstration area initiated by managers: the Sharkey Restoration Research and Demonstration Site. *Journal of Forestry* 106: 363-369.

四、成效監測與評估

(一) 森林生態系棲地改善及復育監測指標

森林生態系棲地改善及復育是一項長期的工作，前期就需要建立監測指標架構。監測指標之目的，為確保森林演替的方向朝著預期目標前進，並能釐清過程中阻礙棲地改善或復育的因子，提前預警，以作為調整策略的參考資訊。

森林生態系的運作十分的複雜，監測指標應涵蓋不同層次與面向。包括棲地結構、物種多樣性與生態功能等都應考量，並顧及各類群的生物。而且除了考量生態層面之外，社會、經濟、政策等也都影響森林棲地改善或復育的成效^{2,3}，設計指標探討社會經濟層面及其他會影響監測的外部變因。優良的指標要能反映環境狀況、與目標有關，並有易理解、易測量、能預測、對改變具敏感性、在相同環境間具有一致性等特點¹。在設計指標架構時，即應檢視棲地改善或復育目標及現有資源，依照案例特性設計監測指標。

在選定指標後，明訂其執行步驟、資料保存方式和經費需求，建立標準的作業程序以減低誤差，以利進行長期監測⁴。在設計監測指標時，最好能設置對照組。選擇對照樣區時，盡可能和實施棲地改善或復育地點的條件相似，包括海拔、坡度以及土地利用方式都要相近。此樣區不做任何處理，以便與棲地改善或復育地點進行對照。對照樣區建議設置在棲地改善或復育地點數百公尺以外的距離。

執行監測時，需確保調查工作合於法律規範及程序，如調查工作如涉及野生動物之獵捕採集，需經過當地方主管機關許可。調查方法設計，以不干擾當地原有生態為原則。調查過程中，應隨時注意調查人員及野生動物之安全。劃設樣區時，需經過當地地主之同意。

(二) 風險及適應性管理

生態上的不確定性

自然界的運作，是一種極度複雜的動態過程。科學的發展有限，我們無法瞭解生態系的全貌。僅僅憑藉幾組單純的數據，無法顧及的所有生態系的層面，或不免有測量誤差及技術的限制。我們無法精準預測自然界種種因子的趨勢，致使在經營管理規劃上有所缺漏。雖然科學能協助我們解答某些自然現象的因果關連，但完整的科學研究通常需要耗費許多心力與時間。然而，在保育經營的決策過程中，時常沒有充裕的時間與人力進行研究，致使決策者必須就現有的資訊進行判斷與決策。

社會經濟的不確定性

除了生態上的不確定性，社會、經濟及政治都會影響自然保育的經營。景氣及預算的波動，會影響決策者及投資者的意願，預算會隨之增減。通常透過政府補助及生態產品認證等措施，可以協助維持永續經營。有些市場的價值波動，也會致使在區域中不當或非法的情事增加，像是盜獵、盜伐、非法採集、資源開發、非必要的工程...等，都會使長期保育目標受到威脅。此時，我們必須尋求適當的策略與制度來進行管理，以求兼顧人類及生物多樣性的福祉。政治與管理階層的輪替，也會使自然保育的管理遭受風險。可能管理階層觀念不同，而使預算或人力大為縮減。因此，保育經營策略的規劃，應存有一定的彈性，萬一預算及資源遭受縮減，還能維持基本的管理目標。

適應性管理

經營管理策略並不只有一種，亦非一成不變。因為每個地點與案例，都有其特殊的性質，而且過程中有太多的不確定性。因此管理策略的實施的過程中，需要抱持著試驗的心態。適應性管理之定義為：「以新獲得的資訊，不斷重複檢視及修改現有的經營管理策略」。在實行保育管理策略之前，要先建立監測方式，在管理策略實行後，經過時間驗證，我們可以瞭解策略是否有效，並適時進行策略改良或修正。如果失敗，從錯誤中學習，重新檢討；如果成功，就持續執行及監測。在適應性管理中，要隨時保持彈性與創新⁶。使用多種策略，或準備備選策略以應付多變的狀況。

嚴謹的科學研究文獻有限，除了正式科學文獻之外，決策時所須要的資訊可有多樣的來源，例如經驗累積、詳細的紀錄觀察、監測數據、合乎邏輯的推理，並且多留意在地傳統的生態知識，都能協助策略的擬定⁶。但決策者必須去決定哪些資訊是可以採用的。有時候我們也不得不承認，我們的確缺乏某些知識。要明瞭這個事實，並在過程中持續測試及改良，運用多方資訊，不斷調整，找出適地、適性、適時的最佳策略。

參考文獻

1. Dale, V. H. and S. C. Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1: 3-10.
2. Lawton, J. H., D. E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P. M. Hammond, M. Hodda, R. D. Holt, D. S. Srivastava and A. D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76.
3. Vallauri, D. R., J. Aronson and M. Barbero. 2002. An analysis of forest restoration 120 years after reforestation on badlands in the Southwestern Alps. *Restoration Ecology* 10: 16-26.
4. Jackson, L. E., J. Kurtz and W. S. Fisher. 2000. Evaluation guidelines for ecological indicators. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
5. Petreire, M. Jr., L. C. Giordano and P. De Marco, Jr.. 2004. Empirical diversity indices applied to forest communities in different succession stages. *Brazilian Journal of Biology* 64: 841-851.

6. Brosnan, D. M. and M. J. Groom 2006 The integration of conservation science and policy: The pursuit of knowledge meets the use of knowledge. pp. 625-659. *In*: Groom, M. J., G. K. Meffe and C. R. Carroll (eds.). Principles of Conservation Biology, Third Edition. Sinauer Associates, Massachusetts, USA.